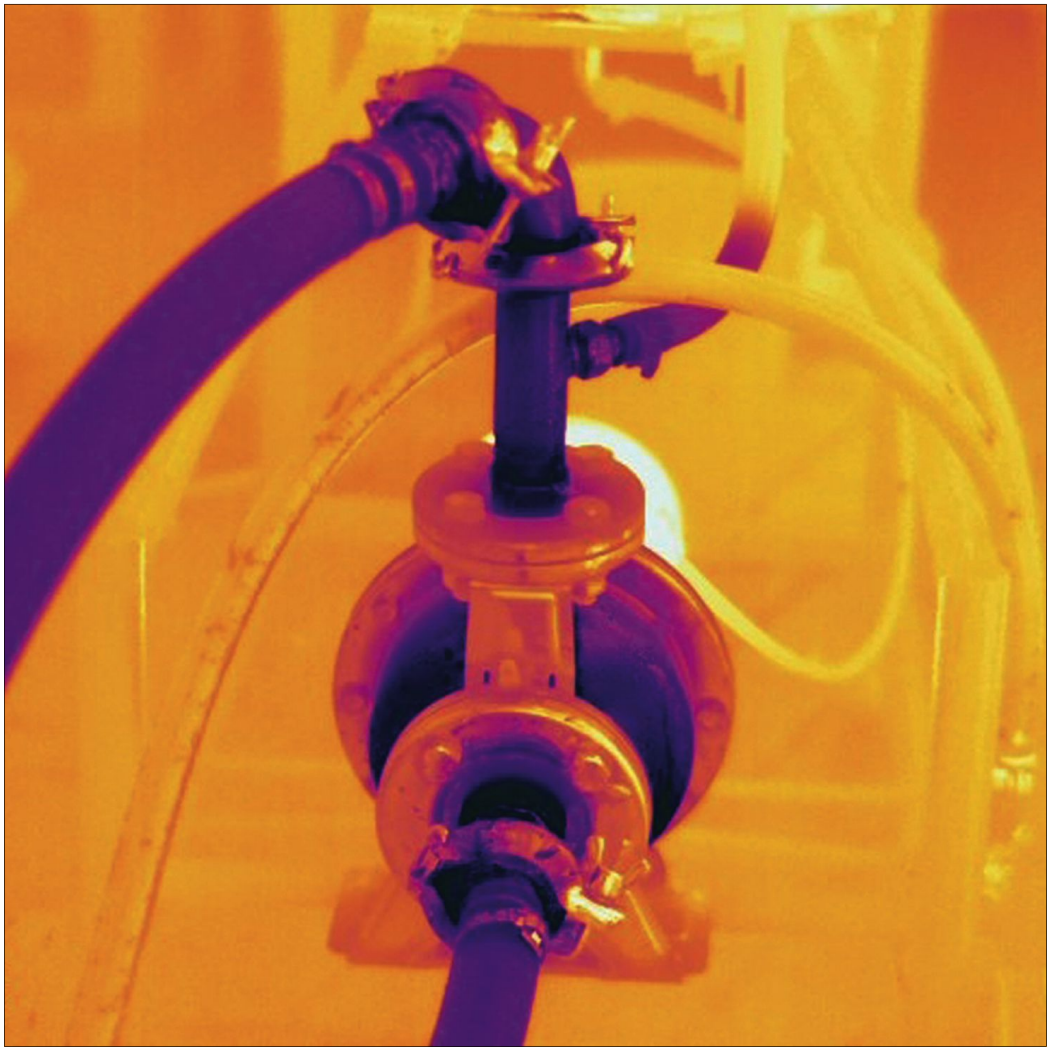
Manual del usuario
Serie Exx de FLIR



Manual del usuario
Serie Exx de FLIR

Tabla de contenido

1 Renuncias de responsabilidad 1
1.1 Renuncia legal 1
1.2 Estadísticas de uso 1
1.3 Cambios en el registro 1
1.4 Normativas del Gobierno de los Estados Unidos 1
1.5 Copyright 1
1.6 Control de calidad 1
1.7 Patentes 1
1.8 EULA Terms 1
1.9 EULA Terms 1

2 Información de seguridad 3

3 Aviso para el usuario 7
3.1 Foros de usuarios 7
3.2 Calibración 7
3.3 Precisión 7
3.4 Desecho de residuos electrónicos 7
3.5 Formación 7
3.6 Actualizaciones de la documentación 7
3.7 Nota importante acerca de este manual 7

4 Asistencia para clientes 8
4.1 General 8
4.2 Envío de preguntas 8
4.3 Descargas 8

5 Guía de inicio rápido 9
5.1 Procedimiento 9

6 Partes de la cámara 10
6.1 Vista desde la derecha 10
6.1.1 Figura 10
6.1.2 Explicación 10
6.2 Vista desde la izquierda 11
6.2.1 Figura 11
6.2.2 Explicación 11
6.3 Pantalla LCD y teclado 12
6.3.1 Figura 12
6.3.2 Explicación 12
6.4 Vista desde la parte inferior 13
6.4.1 Figura 13
6.4.2 Explicación 13
6.5 Indicador LED de estado de la batería. 14
6.5.1 Figura 14
6.5.2 Explicación 14
6.6 Puntero láser 15
6.6.1 Figura 15
6.6.2 Etiqueta de advertencia sobre el láser 15
6.6.3 Reglamentos y normativas sobre el láser 15

7 Elementos de la pantalla 16
7.1 Figura 16
7.2 Explicación 16

8 Exploración del sistema de menús 17
8.1 Figura 17
8.2 Explicación 17

9 Conexión de dispositivos y medios de almacenamiento externos 18
9.1 Figura 18

9.2 Explicación ... 18
9.3 Figura ... 19
9.4 Explicación ... 19
10 Emparejamiento de dispositivos Bluetooth ... 20
10.1 General ... 20
10.2 Procedimiento ... 20
11 Configuración de Wi-Fi ... 21
11.1 General ... 21
11.2 Configuración de una conexión entre pares (uso más común) ... 21
11.3 Conexión de la cámara a una red de área local inalámbrica (uso menos común) ... 21
12 Puesta en marcha de la cámara ... 22
12.1 Carga de la batería ... 22
12.1.1 Utilización de la fuente de alimentación para cargar la batería ... 22
12.1.2 Utilización del cargador de batería independiente externo para cargar la batería ... 22
12.2 Encendido y apagado de la cámara ... 22
12.3 Ajuste del enfoque de la cámara de infrarrojos ... 23
12.3.1 Figura ... 23
12.3.2 Procedimiento ... 23
12.4 Utilización del puntero láser ... 24
12.4.1 Figura ... 24
12.4.2 Procedimiento ... 24
12.5 Extracción de la batería ... 24
12.6 Montaje de una lente accesoria ... 25
12.7 Calibración de la pantalla táctil ... 26
12.7.1 Figura ... 26
12.7.2 Procedimiento ... 26
13 Trabajo con imágenes ... 27
13.1 Almacenamiento de una imagen ... 27
13.1.1 Capacidad de imágenes ... 27
13.1.2 Convención de nombres ... 27
13.1.3 Procedimiento ... 27
13.2 Apertura de una imagen guardada ... 27
13.2.1 General ... 27
13.2.2 Procedimiento ... 27
13.3 Ajuste de imágenes infrarrojas ... 27
13.3.1 General ... 27
13.3.2 Ejemplo 1 ... 27
13.3.3 Ejemplo 2 ... 28
13.3.4 Cambio del nivel de la escala de temperaturas ... 28
13.4 Cambio de la extensión de la escala de temperaturas ... 28
13.5 Cambio del color ... 29
13.5.1 General ... 29
13.5.2 Procedimiento ... 29
13.6 Zoom de una imagen ... 29
13.6.1 General ... 29
13.6.2 Procedimiento ... 29
13.7 Eliminación de una imagen ... 29
13.7.1 Procedimiento ... 29
13.8 Eliminación de todas las imágenes ... 30
13.8.1 Procedimiento ... 30

14 Trabajo con modos de imagen 31
14.1 General 31
14.2 Tipos de modos de imagen 31
14.3 Procedimiento 32
15 Utilización de las herramientas de medida 33
15.1 Inserción de herramientas de medida en el modo en vivo 33
15.1.1 General 33
15.1.2 Procedimiento 33
15.2 Inserción de herramientas de medida en el modo editar. 33
15.2.1 General 33
15.2.2 Procedimiento 33
15.3 Movimiento o cambio tamaño de herramientas de medida 34
15.3.1 General 34
15.3.2 Procedimiento 34
15.4 Ajuste de parámetros de medida locales para una herramienta de medida 34
15.4.1 General 34
15.4.2 Procedimiento 34
16 Trabajo con alarmas 36
16.1 Trabajo con alarmas de color 36
16.1.1 General 36
16.1.2 Procedimiento 36
16.2 Trabajo con alarmas de aislamiento 36
16.2.1 General 36
16.2.2 Procedimiento 36
16.3 Trabajo con alarmas de condensación 37
16.3.1 General 37
16.3.2 Procedimiento 37
17 Recuperación de datos desde medidores Extech y FLIR externos 38
17.1 General 38
17.2 Medidores compatibles 38
17.3 Asistencia técnica 38
17.4 Documentación del usuario 38
17.5 Procedimiento 38
17.6 Procedimiento habitual para las mediciones de humedad y su documentación 38
17.6.1 General 38
17.6.2 Procedimiento 38
18 Anotación de imágenes 40
18.1 General 40
18.2 Creación de una nota 40
18.2.1 General 40
18.2.2 Procedimiento 40
18.3 Creación de una anotación de voz 40
18.3.1 General 40
18.3.2 Procedimiento 41
19 Grabación de secuencias de vídeo 42
19.1 General 42
19.2 Procedimiento: Grabación de un clip de vídeo 42
19.3 Procedimiento: Reproducción de un clip de vídeo 42
20 Modificación de la configuración 43
20.1 General 43
20.2 Procedimiento 43
20.3 Descripción de los diferentes ajustes 43

20.3.1 Parámetros de medición 43
20.3.2 Opciones de almacenamiento 44
20.3.3 Lente complementaria 44
20.3.4 Configuración del dispositivo 44
21 Datos técnicos 46
22 Declaración de conformidad 47
23 Limpieza de la cámara 48
23.1 Carcasa de la cámara, cables y otros elementos 48
23.1.1 Líquidos 48
23.1.2 Equipo 48
23.1.3 Procedimiento 48
23.2 Lente de infrarrojos 48
23.2.1 Líquidos 48
23.2.2 Equipo 48
23.2.3 Procedimiento 48
24 Ejemplos de aplicaciones 49
24.1 Daños por agua y humedad 49
24.1.1 General 49
24.1.2 Figura 49
24.2 Contacto defectuoso en el conector 49
24.2.1 General 49
24.2.2 Figura 49
24.3 Conector oxidado 50
24.3.1 General 50
24.3.2 Figura 50
24.4 Deficiencias de aislamiento 51
24.4.1 General 51
24.4.2 Figura 51
24.5 Corrientes de aire 52
24.5.1 General 52
24.5.2 Figura 52
25 Acerca de FLIR Systems 54
25.1 Mucho más que una cámara de infrarrojos 55
25.2 Conocimiento compartido 55
25.3 Asistencia para nuestros clientes 55
25.4 Algunas imágenes de nuestras instalaciones 56
26 Glosario 57
27 Técnicas de medida termográfica 60
27.1 Introducción 60
27.2 Emisividad 60
27.2.1 Determinación de la emisividad de una muestra 60
27.3 Temperatura aparente reflejada 63
27.4 Distancia 63
27.5 Humedad relativa 63
27.6 Otros parámetros 63
28 Historia de la tecnología de infrarrojos 65
29 Teoría de la termografía 68
29.1 Introducción 68
29.2 El espectro electromagnético 68
29.3 Radiación de un cuerpo negro 68
29.3.1 Ley de Planck 69
29.3.2 Ley de desplazamiento de Wien 70
29.3.3 Ley de Stefan-Boltzmann 72
29.3.4 Emisores que no constituyen cuerpos negros 72

29.4 Materiales semitransparentes al infrarrojo 74
30 La fórmula de medición 75
31 Tablas de emisividad 79
31.1 Bibliografía 79
31.2 Tablas 79

1 Renuncias de responsabilidad

1.1 Renuncia legal

Todos los productos fabricados por FLIR Systems están garantizados frente a defectos de material y de mano de obra durante un periodo de un (1) año desde la fecha de entrega de la compra original, siempre que dichos productos se encuentren en condiciones normales de almacenaje, uso y servicio, y de acuerdo con las instrucciones facilitadas por FLIR Systems.

Todas las cámaras portátiles de infrarrojos sin refrigeración fabricadas por FLIR Systems están garantizadas contra defectos de materiales y de mano de obra durante un periodo de dos (2) años desde la fecha de entrega de la compra original, siempre y cuando: dichos productos hayan estado sujetos a condiciones normales de almacenamiento, uso y servicio; hayan sido utilizados con arreglo a las instrucciones facilitadas por FLIR Systems y siempre que la cámara se haya registrado en un periodo de 60 días desde la compra original.

Todas las cámaras portátiles de infrarrojos sin refrigeración fabricadas por FLIR Systems están garantizadas contra defectos de materiales y de mano de obra durante un periodo de dos (2) años desde la fecha de entrega de la compra original, siempre y cuando: dichos productos hayan estado sujetos a condiciones normales de almacenamiento, uso y servicio; hayan sido utilizados con arreglo a las instrucciones facilitadas por FLIR Systems y siempre que la cámara se haya registrado en un periodo de 60 días desde la compra original.

Los productos no fabricados por FLIR Systems, pero incluidos en los sistemas entregados por FLIR Systems al comprador original, están cubiertos únicamente por la garantía del proveedor en cuestión, si la tuvieran, y FLIR Systems no se hace responsable en absoluto de dichos productos.

La garantía es aplicable únicamente al comprador original y no es transferible. Esta garantía no cubre ningún producto que haya estado sometido a usos indebidos, negligencia, accidentes o condiciones de funcionamiento fuera de lo normal. Los consumibles se excluyen de la garantía.

En caso de defecto en un producto cubierto por esta garantía, no debe seguir utilizándolo para evitar daños adicionales. El comprador informará de inmediato de cualquier defecto a FLIR Systems o, de lo contrario, esta garantía no será aplicable.

FLIR Systems, según estime oportuno, reparará o sustituirá el producto defectuoso, sin cargo alguno, si tras la inspección se comprueba que el defecto se encuentra en el material o la mano de obra y siempre que se devuelva a FLIR Systems dentro del periodo de un año mencionado anteriormente.

FLIR Systems no asume otras obligaciones ni responsabilidades con respecto a los defectos, aparte de las expresadas anteriormente en esta garantía.

No existen otras garantías, ni expresas ni implícitas. FLIR Systems rechaza específicamente las garantías implícitas de adecuación para la comercialización e idoneidad para un fin concreto.

No se podrá responsabilizar a FLIR Systems de ninguna pérdida o daño directo, indirecto, especial, incidental o consecuente, ya sea de acuerdo con un contrato, un agravio o cualquier otra teoría legal.

Esta garantía estará sometida a la legislación sueca.

Cualquier disputa, desacuerdo o reclamación relacionada con esta garantía se resolverá según las reglas del instituto de arbitraje de la cámara de comercio de Estocolmo. El lugar del arbitraje será Estocolmo. El idioma que se utilizará en los procedimientos de arbitraje será el inglés.

1.2 Estadísticas de uso

FLIR Systems se reserva el derecho de recopilar estadísticas de uso anónimas para ayudar a mantener y mejorar la calidad de nuestros servicios y software.

1.3 Cambios en el registro

La entrada de registro HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\Lsa\LmCompatibilityLevel cambiará automáticamente al nivel 2 si el servicio FLIR Camera Monitor detecta una cámara FLIR conectada al equipo con un cable USB. La modificación sólo se realizará si el dispositivo de la cámara implementa un servicio de red remoto que admita inicios de sesión en la red.

1.4 Normativas del Gobierno de los Estados Unidos

Este producto está sujeto a las Regulaciones estadounidenses sobre exportación. Consulte exportquestions@flir.com para resolver sus preguntas.

1.5 Copyright

© 2013, FLIR Systems, Inc. Reservados todos los derechos en todo el mundo. Queda prohibida la reproducción, transmisión, transcripción o traducción total o parcial del software, incluido el código fuente, a cualquier idioma o lenguaje informático, sea cual sea su forma y el medio utilizado para ello, ya sea este un medio electrónico, magnético, óptico, manual o de otro tipo, sin el consentimiento previo por escrito de FLIR Systems.

No se podrá copiar, fotocopiar, reproducir, traducir ni transmitir total o parcialmente la documentación por cualquier medio electrónico o forma legible por máquinas sin el consentimiento previo por escrito de FLIR Systems.

Los nombres y marcas que aparecen en los productos mencionados en el presente documento son marcas comerciales registradas o marcas comerciales de FLIR Systems o de sus subsidiarias. Todas las demás marcas comerciales, nombres comerciales o nombres de empresa mencionados se utilizan solo con fines identificativos y son propiedad de sus respectivos propietarios.

1.6 Control de calidad

El sistema de gestión de la calidad bajo el que se desarrollan y fabrican estos productos ha sido certificado de acuerdo con el estándar ISO 9001.

FLIR Systems propugna una política de continuo desarrollo; por ello, se reserva el derecho a realizar las mejoras y cambios oportunos en cualquiera de los productos sin previo aviso.

1.7 Patentes

Puede que a los productos o las características se les apliquen una o varias de las siguientes patentes y/o patentes de diseño. Puede que también se apliquen patentes pendientes adicionales y/o patentes de diseño pendientes.

000279476-0001; 000439161; 000499579-0001; 000653423; 000726344; 000859020; 001106306-0001; 001707738; 001707746; 001707787; 001776519; 001954074; 002021543; 002058180; 002249953; 1144833; 1182246; 1182620; 1285345; 1299699; 1325808; 1336775; 1391114; 1402918; 1404291; 1411581; 1415075; 1421497; 1458284; 1678485; 1732314; 2106017; 2381417; 3006596; 3006597; 466540; 483782; 484155; 4889913; 5177595; 60122153.2; 602004011681.5-08; 6707044; 68657; 7034300; 7110035; 7154093; 7157705; 7237946; 7312822; 7332716; 7336823; 7544944; 7667198; 7809258 B2; 7826736; 8,018,649 B2; 8,153,971; 8212210 B2; 8289372; 8354639 B2; 8384783; 8520970; 8565547; D540838; D549758; D579475; D584755; D599,392; D615,113; D664,580; D664,581; D665,004; D665,440; DI6702302-9; DI6903617-9; DI7002221-6; DI7002891-5; DI7002892-3; DI7005799-0; DM/057692; DM/061609; EP 2115696 B1; EP2315433; SE 0700240-5; US 8340414 B2; ZL01823221.3; ZL01823226.4; ZL02331553.9; ZL02331554.7; ZL200480034894.0; ZL200530120994.2; ZL200610088759.5; ZL200630130114.4; ZL200730151141.4; ZL200730339504.7; ZL200820105768.8; ZL200830128581.2; ZL200880105236.4; ZL200880105769.2; ZL200930190061.9; ZL201030176127.1; ZL201030176130.3; ZL201030176157.2; ZL201030595931.3; ZL201130442354.9; ZL201230471744.3; ZL201230620731.8

1.8 EULA Terms

- You have acquired a device (“INFRARED CAMERA”) that includes software licensed by FLIR Systems AB from Microsoft Licensing, GP or its affiliates (“MS”). Those installed software products of MS origin, as well as associated media, printed materials, and “online” or electronic documentation (“SOFTWARE”) are protected by international intellectual property laws and treaties. The SOFTWARE is licensed, not sold. All rights reserved.
- IF YOU DO NOT AGREE TO THIS END USER LICENSE AGREEMENT (“EULA”), DO NOT USE THE DEVICE OR COPY THE SOFTWARE. INSTEAD, PROMPTLY CONTACT FLIR Systems AB FOR INSTRUCTIONS ON RETURN OF THE UNUSED DEVICE(S) FOR A REFUND. **ANY USE OF THE SOFTWARE, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO USE ON THE DEVICE, WILL CONSTITUTE YOUR AGREEMENT TO THIS EULA (OR RATIFICATION OF ANY PREVIOUS CONSENT).**
- **GRANT OF SOFTWARE LICENSE.** This EULA grants you the following license:
  - You may use the SOFTWARE only on the DEVICE.
  - **NOT FAULT TOLERANT.** THE SOFTWARE IS NOT FAULT TOLERANT. FLIR Systems AB HAS INDEPENDENTLY DETERMINED HOW TO USE THE SOFTWARE IN THE DEVICE, AND MS HAS RELIED UPON FLIR Systems AB TO CONDUCT SUFFICIENT TESTING TO DETERMINE THAT THE SOFTWARE IS SUITABLE FOR SUCH USE.
  - **NO WARRANTIES FOR THE SOFTWARE.** THE SOFTWARE is provided “AS IS” and with all faults. THE ENTIRE RISK AS TO SATISFACTORY QUALITY, PERFORMANCE, ACCURACY, AND EFFORT (INCLUDING LACK OF NEGLIGENCE) IS WITH YOU. ALSO, THERE IS NO WARRANTY AGAINST INTERFERENCE WITH YOUR ENJOYMENT OF THE SOFTWARE OR AGAINST INFRINGEMENT. **IF YOU HAVE RECEIVED ANY WARRANTIES REGARDING THE DEVICE OR THE SOFTWARE, THOSE WARRANTIES DO NOT ORIGINATE FROM, AND ARE NOT BINDING ON, MS.**
  - No Liability for Certain Damages. **EXCEPT AS PROHIBITED BY LAW, MS SHALL HAVE NO LIABILITY FOR ANY INDIRECT, SPECIAL, CONSEQUENTIAL OR INCIDENTAL DAMAGES ARISING FROM OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THE SOFTWARE. THIS LIMITATION SHALL APPLY EVEN IF ANY REMEDY FAILS OF ITS ESSENTIAL PURPOSE. IN NO EVENT SHALL MS BE LIABLE FOR ANY AMOUNT IN EXCESS OF U.S. TWO HUNDRED FIFTY DOLLARS (U.S.$250.00).**
  - **Limitations on Reverse Engineering, Decompilation, and Disassembly.** You may not reverse engineer, decompile, or disassemble the SOFTWARE, except and only to the extent that such activity is expressly permitted by applicable law notwithstanding this limitation.
  - **SOFTWARE TRANSFER ALLOWED BUT WITH RESTRICTIONS.** You may permanently transfer rights under this EULA only as part of a permanent sale or transfer of the Device, and only if the recipient agrees to this EULA. If the SOFTWARE is an upgrade, any transfer must also include all prior versions of the SOFTWARE.
  - **EXPORT RESTRICTIONS.** You acknowledge that SOFTWARE is subject to U.S. export jurisdiction. You agree to comply with all applicable international and national laws that apply to the SOFTWARE, including the U.S. Export Administration Regulations, as well as end-user, end-use and destination restrictions issued by U.S. and other governments. For additional information see http://www.microsoft.com/exporting/.

1.9 EULA Terms

Qt4 Core and Qt4 GUI, Copyright ©2013 Nokia Corporation and FLIR Systems AB. This Qt library is a free software; you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU Lesser General Public License as published by the Free Software Foundation; either version 2.1 of the License, or (at your option) any later version. This library is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

See the GNU Lesser General Public License, http://www.gnu.org/licenses/lgpl-2.1.html. The source code for the libraries Qt4 Core and Qt4 GUI may be requested from FLIR Systems AB.

2 Información de seguridad

ADVERTENCIA

Aplicación: Dispositivos digitales de clase B

Este equipo ha sido comprobado y se ha determinado que se ajusta a los límites para dispositivos digitales de clase B según la sección 15 de los reglamentos de la FCC, concebidos para proporcionar un grado de protección razonable contra interferencias dañinas en instalaciones residenciales. Este equipo genera, usa y puede radiar energía de radiofrecuencia y, si no se instala y usa de acuerdo con estas instrucciones, podría causar interferencias dañinas en las radiocomunicaciones. Sin embargo, no hay garantía de que no se produzcan interferencias en una determinada instalación. Si este equipo produce interferencias dañinas en la recepción de radio o televisión (que se pueden determinar apagando y encendiendo el equipo), el usuario debe intentar corregir la interferencia llevando a cabo uno o varios de los siguientes procedimientos:

- Reorientar o reubicar la antena de recepción.
- Aumentar la distancia de separación entre el equipo y el receptor.
- Conectar el equipo a una toma de corriente de un circuito distinto al que esté conectado el receptor.
- Consultar al proveedor o a un técnico experimentado de radio o TV en busca de ayuda.

ADVERTENCIA

Aplicación: Dispositivos digitales sujetos a 15.19/RSS-210.

AVISO: Este dispositivo cumple con lo estipulado en la sección 15 de los reglamentos de la FCC, así como con la normativa industrial RSS-210 de Canadá. El funcionamiento está sujeto a las dos condiciones siguientes:

1. el dispositivo no puede causar interferencias perjudiciales, y
2. el dispositivo debe aceptar las interferencias recibidas, incluidas aquellas que puedan provocar un funcionamiento no deseado del mismo.

ADVERTENCIA

Aplicación: Dispositivos digitales sujetos a 15.21.

AVISO: Los cambios o modificaciones realizados al equipo que no estén expresamente aprobados por FLIR Systems anularán la autorización FCC para el uso del equipo.

ADVERTENCIA

Aplicación: Dispositivos digitales sujetos a 2.1091/2.1093/Boletín OET 65.

Información de exposición a radiación de radiofrecuencia: La potencia irradiada del dispositivo está por debajo de los límites de exposición a radiofrecuencia de la FCC/IC. Sin embargo, el dispositivo se debe usar de un modo en que el potencial de contacto humano durante el funcionamiento normal se reduzca al máximo.

ADVERTENCIA

Aplicación: Cámaras con uno o varios punteros láser.

No mire directamente al haz de láser. El haz de láser puede provocar irritación ocular.

ADVERTENCIA

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

No desmonte ni realice modificaciones en la batería. La batería contiene dispositivos de seguridad y protección que, en caso de sufrir daños, podrían hacer que generara calor, explotara o se incendiara.

ADVERTENCIA

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

Si se produce una fuga en la batería y el líquido le alcanza los ojos, no se los frote. Enjuáguelos bien con agua y acuda de inmediato a recibir atención médica. De lo contrario, el líquido de la batería podría provocarle daños.

ADVERTENCIA

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

No siga cargando la batería si no se recarga en el tiempo de carga especificado. Si continúa cargando la batería, podría generar calor y explotar o incendiarse. Podría causar daños personales.

ADVERTENCIA

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

Utilice únicamente el equipo adecuado para quitar la alimentación de la batería. Si no utiliza el equipo adecuado, podría provocar una disminución del rendimiento y el tiempo de vida útil de la batería. Además, si no utiliza el equipo adecuado, podría producirse un flujo de corriente incorrecto hacia la batería. De este modo, la batería puede generar calor, o llegar a explotar. Se pueden producir lesiones.

ADVERTENCIA

Asegúrese de leer todas las hojas de datos de materiales de seguridad (MSDS) y etiquetas de advertencia de los contenedores aplicables antes de utilizar un líquido. Los líquidos pueden ser peligrosos y pueden provocar lesiones.

ATENCIÓN

No apunte con la cámara de infrarrojos (con o sin la protección de la lente) a fuentes de energía intensas (por ejemplo, dispositivos que causen radiación láser o el sol). Esto podría provocar efectos no deseados en la precisión de la cámara. También podría provocar daños en el detector de la cámara.

ATENCIÓN

No utilice la cámara con temperaturas superiores a +50 °C, a menos que se proporcione otra información en la documentación o datos técnicos del usuario. Las temperaturas elevadas pueden provocar daños en la cámara.

ATENCIÓN

Aplicación: Cámaras con uno o varios punteros láser.

Para prevenir daños, ponga la tapa protectora en el puntero láser cuando no lo utilice. De lo contrario, el puntero láser puede resultar dañado.

ATENCIÓN

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

No conecte las baterías directamente al encendedor de un coche, a menos que FLIR Systems proporcione un adaptador específico para conectar las baterías a un encendedor. Las baterías podrían dañarse.

ATENCIÓN

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

No conecte los polos positivo y negativo de la batería entre sí con un objeto metálico (como un cable); podrían dañarse.

ATENCIÓN

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

No exponga la batería al agua dulce ni salada, ni permita que se moje; podrían dañarse.

ATENCIÓN

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

No perfore la batería; podría dañarse.

ATENCIÓN

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

No golpee la batería con un martillo; podría dañarse.

ATENCIÓN

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

No pise, golpee o cause descargas en la batería; podría dañarse.

ATENCIÓN

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

No coloque la batería en el fuego o cerca de él, ni directamente bajo la luz del sol. Cuando la batería se calienta, el equipo de seguridad incorporado se activa y puede detener el proceso de carga de la batería. Si la batería se calienta, podrían producirse daños en el equipo de seguridad, con lo que podría producirse más calor, daños o incluso que la batería se incendiara.

ATENCIÓN

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

No coloque la batería en el fuego, ni incremente la temperatura de la batería con calor. Se podrían producir daños personales y en la batería.

ATENCIÓN

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

No coloque la batería cerca del fuego, de estufas o de otras ubicaciones con alta temperatura. Se podrían producir daños personales y en la batería.

ATENCIÓN

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

No realice soldaduras directamente en la batería; podría dañarse.

ATENCIÓN

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

No utilice la batería si al usarla, cargarla o almacenarla, detecta un olor raro procedente de ella, nota que está caliente, cambia de color, de forma, o presenta cualquier otro estado fuera de lo habitual. Póngase en contacto con la oficina de ventas si se produce uno de estos problemas. Se podrían producir daños personales y en la batería.

ATENCIÓN

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

Utilice solo un cargador de batería específico cuando cargue la batería. Si no lo hace, la batería podría dañarse.

ATENCIÓN

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

El intervalo de temperatura en el que puede cargar la batería es de 0 a +45 °C, a menos que se proporcione otra información en la documentación del usuario o en los datos técnicos. Si carga la batería con temperaturas fuera de este intervalo, esta podría calentarse o romperse. También podría disminuir el rendimiento del ciclo de vida útil de la batería.

ATENCIÓN

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

El intervalo de temperatura en el que puede quitar la alimentación de la batería es de –15 a +50 °C, a menos que se proporcione otra información en la documentación del usuario o en los datos técnicos. Si utiliza la batería fuera de este intervalo de temperatura, podría disminuir el rendimiento del ciclo de vida útil de la batería.

ATENCIÓN

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

Cuando la batería se agote, aísle los terminales con cinta adhesiva o materiales equivalentes antes de desecharla. Si no lo hace, se podrían producir daños personales y en la batería.

ATENCIÓN

Aplicación: Cámaras con una o varias baterías.

Elimine cualquier resto de agua o humedad de la batería antes de instalarla. Si no lo hace, la batería podría dañarse.

ATENCIÓN

No aplique disolventes o líquidos similares en la cámara, cables u otros componentes. Se podrían producir daños personales y en la batería.

ATENCIÓN

Tenga cuidado cuando limpie la lente de infrarrojos. La lente tiene un revestimiento antirreflectante muy sensible a los daños. La lente de infrarrojos podría dañarse.

ATENCIÓN

No limpie la lente de infrarrojos con mucha fuerza. Esto podría causar daños en el revestimiento antirreflectante.

NOTA

La categoría de encapsulado solo es aplicable si todas las aperturas de la cámara están selladas con sus cubiertas, trampillas o protecciones correctas. Esto incluye los compartimentos para almacenamiento de datos, baterías y conectores.

3 Aviso para el usuario

3.1 Foros de usuarios

Intercambie ideas, problemas y soluciones de infrarrojos con colegas termógrafos de todo el mundo en nuestros foros de usuarios. Para acceder a los foros, visite el siguiente sitio:

http://www.infraredtraining.com/community/boards/

3.2 Calibración

Se recomienda enviar la cámara para su calibración una vez al año. Póngase en contacto con la oficina local de ventas para obtener instrucciones sobre dónde enviar la cámara.

3.3 Precisión

Para obtener los resultados más precisos, se recomienda esperar cinco minutos después de poner en marcha la cámara para comenzar a realizar mediciones de temperatura.

3.4 Desecho de residuos electrónicos

Al igual que con la mayoría de los productos electrónicos, este equipo debe desecharse de un modo respetuoso con el medio ambiente y de acuerdo con las normativas existentes sobre residuos electrónicos.

Póngase en contacto con el representante de FLIR Systems para obtener información más detallada.

3.5 Formación

Para leer acerca de la formación sobre infrarrojos, visite el siguiente sitio:

- http://www.infraredtraining.com
- http://www.irtraining.com
- http://www.irtraining.eu

3.6 Actualizaciones de la documentación

Nuestros manuales se actualizan varias veces al año. También publicamos notificaciones sobre cambios críticos para el producto de forma periódica.

Para acceder a los manuales y notificaciones más recientes, diríjase a la ficha Download en:

http://support.flir.com

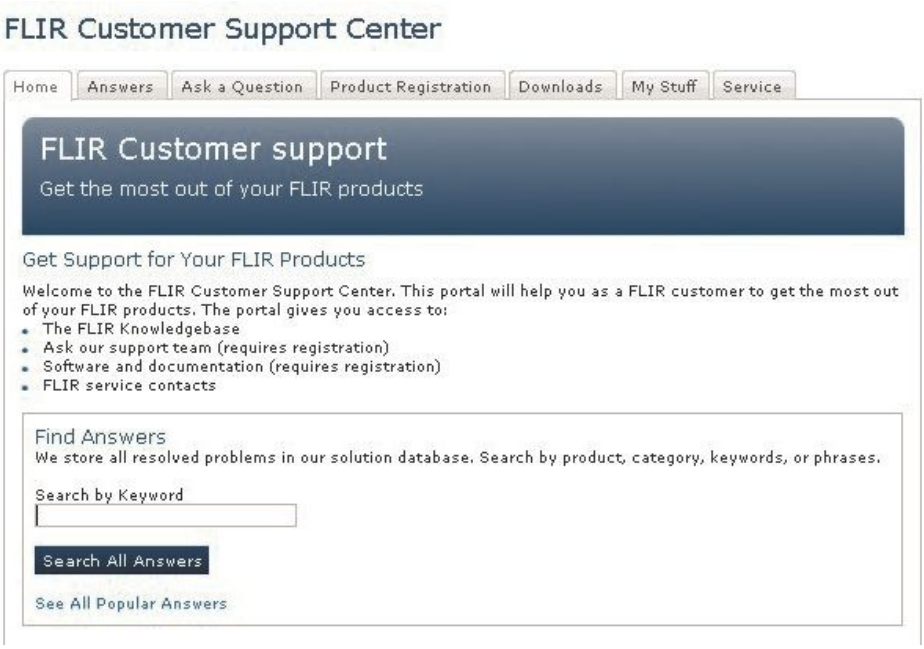
Solo le llevará unos minutos registrarse en línea. En la zona de descargas también encontrará las versiones más recientes de los manuales de nuestros otros productos, así como manuales de nuestros productos históricos u obsoletos.

3.7 Nota importante acerca de este manual

FLIR Systems produce manuales genéricos para varias cámaras dentro de una línea de modelos.

Esto significa que el manual puede incluir descripciones y explicaciones no aplicables a su modelo concreto de cámara.

4 Asistencia para clientes


FLIR Customer Support Center
Home
Answers
Ask a Question
Product Registration
Downloads
My Stuff
Service
FLIR Customer support
Get the most out of your FLIR products
Get Support for Your FLIR Products
Welcome to the FLIR Customer Support Center. This portal will help you as a FLIR customer to get the most out of your FLIR products. The portal gives you access to:
The FLIR Knowledgebase
Ask our support team (requires registration)
Software and documentation (requires registration)
FLIR service contacts
Find Answers
We store all resolved problems in our solution database. Search by product, category, keywords, or phrases.
Search by Keyword
Search All Answers
See All Popular Answers

4.1 General

Para obtener asistencia, visite:

http://support.flir.com

4.2 Envío de preguntas

Para enviar una pregunta al equipo de asistencia debe ser un usuario registrado. Sólo tardará unos minutos en registrarse en línea. Si sólo desea buscar preguntas y respuestas existentes en la base de datos de conocimientos, no necesita ser un usuario registrado.

Cuando desee enviar una pregunta, asegúrese de tener a mano los siguientes datos:

- Modelo de la cámara
- Número de serie de la cámara
- Protocolo o método de comunicación entre la cámara y su dispositivo (por ejemplo, HDMI, Ethernet, USB o FireWire)
- Tipo de dispositivo (PC/Mac/iPhone/iPad/dispositivo Android, etc.)
- Versión de cualquier programa de FLIR Systems
- Nombre completo, número de publicación y número de versión del manual

4.3 Descargas

En el sitio de ayuda para clientes, también puede descargar:

- Actualizaciones de firmware para su cámara de infrarrojos.
- Actualizaciones para los programas de software para equipos informáticos.
- Versiones de evaluación y software gratuito para PC/Mac.
- Documentación de usuario de productos actuales, obsoletos e históricos.
- Diseños mecánicos (en formato *.dxf y *.pdf).
- Modelos de datos CAD (en formato *.stp).
- Historias de aplicaciones.
- Hojas de datos técnicos.
- Catálogos de productos.

5 Guía de inicio rápido

5.1 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Ponga una batería en el compartimento.
2. Cargue la batería durante 4 horas antes de encender la cámara por primera vez, o hasta que el indicador LED de estado de la batería se ilumine de forma continua en verde.
3. Inserte una tarjeta de memoria en la ranura para tarjetas.
4. Pulse para encender la cámara.
5. Oriente la cámara hacia el objeto de interés.
6. Ajuste el enfoque girando la anilla de enfoque.

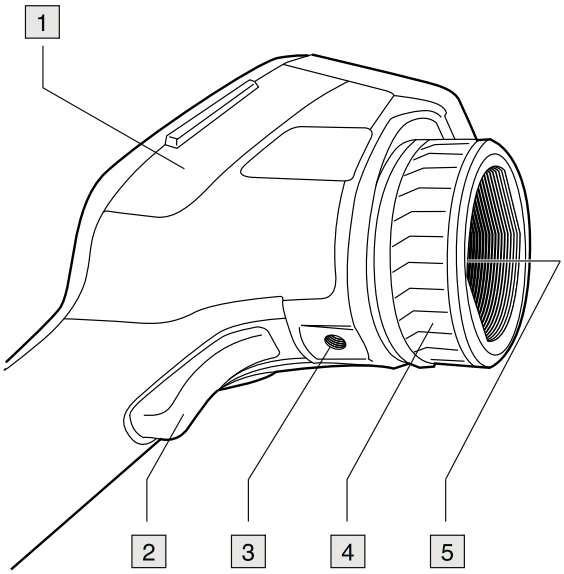
NOTA
Es muy importante ajustar el enfoque correctamente. Un ajuste incorrecto del enfoque afecta al funcionamiento de los modos de imagen *Thermal MSX*, *Thermal* y *Picture-in-picture*. También afecta a la medición de la temperatura.

7. Pulse el botón de guardar (el disparador) para guardar una imagen.
8. Vaya a http://support.flir.com/tools y descargue FLIR Tools.
9. Instale FLIR Tools en el equipo.
10. Inicie FLIR Tools.
11. Conecte la cámara al equipo mediante el cable USB.
12. Importe las imágenes a FLIR Tools y cree un informe en PDF.

6 Partes de la cámara

6.1 Vista desde la derecha

6.1.1 Figura

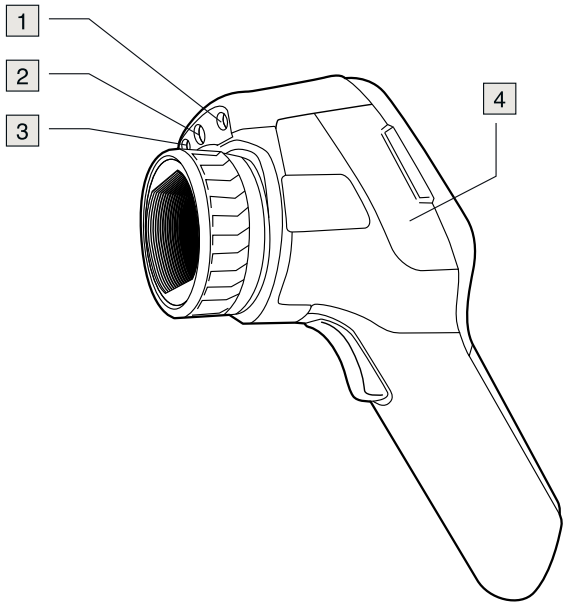


6.1.2 Explicación

1. Cubierta del compartimento de la derecha:
   - Conector USB A.
   - Conector USB mini B.
   - Conector de alimentación.
2. Botón para guardar.
3. Soporte para trípode. Requiere un adaptador (accesorio adicional).
4. Anillo de enfoque.
5. Lente de infrarrojos.

6.2 Vista desde la izquierda

6.2.1 Figura

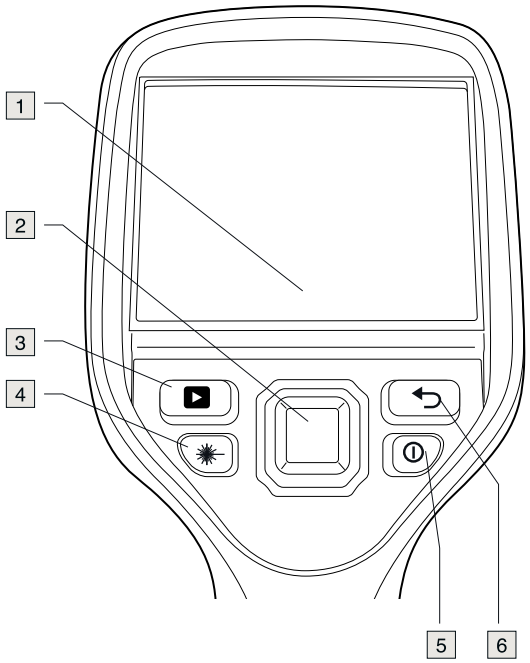


6.2.2 Explicación

1. Puntero láser.
2. Lámpara para la cámara digital.
3. Cámara digital.
4. Cubierta del compartimento de la izquierda:
    - Conector de salida de vídeo (vídeo compuesto).
    - Ranura de tarjeta de memoria.

6.3 Pantalla LCD y teclado

6.3.1 Figura

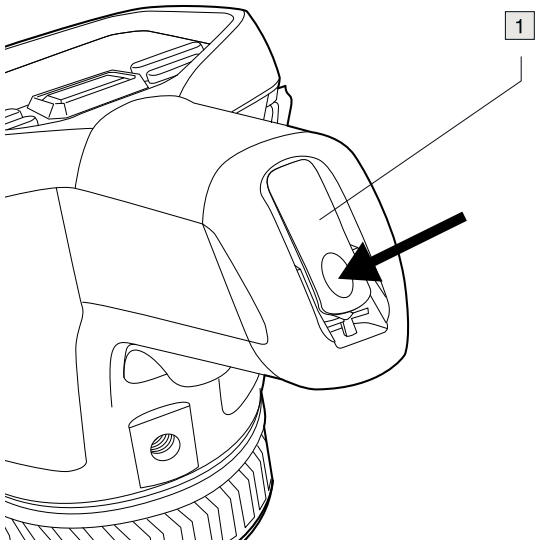


6.3.2 Explicación

1. Pantalla táctil LCD.
2. Mando de navegación con pulsador central.
3. Botón de archivo de imágenes.
4. Botón para utilizar el puntero láser.
5. Botón de encendido.
   Función:
   - Pulse el botón para encender la cámara.
   - Mantenga pulsado el botón menos de 5 segundos para poner la cámara en modo de espera. La cámara se apagará automáticamente después de 6 horas.
   - Mantenga pulsado el botón durante más de 5 segundos para apagar la cámara.
6. Botón para volver.

6.4 Vista desde la parte inferior

6.4.1 Figura

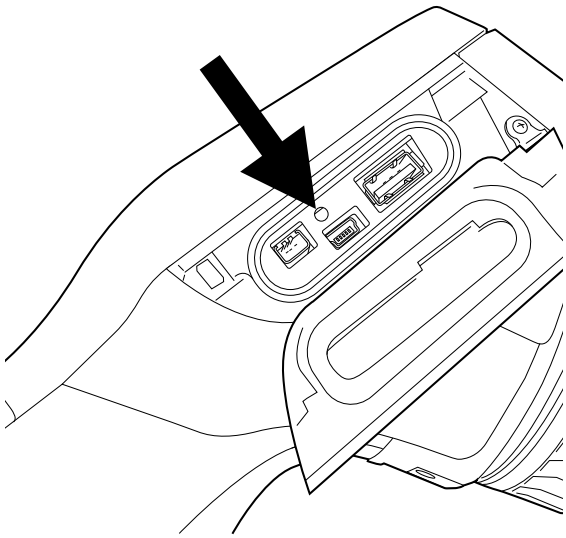


6.4.2 Explicación

1. Pestaña para abrir la cubierta del compartimento de la batería. Presione para abrir.

6.5 Indicador LED de estado de la batería.

6.5.1 Figura



6.5.2 Explicación

Tipo de señal	Explicación
El indicador LED verde parpadea dos veces por segundo.	La batería se está cargando.
El indicador LED verde está iluminado de forma constante.	La batería está totalmente cargada.

6.6 Puntero láser

6.6.1 Figura

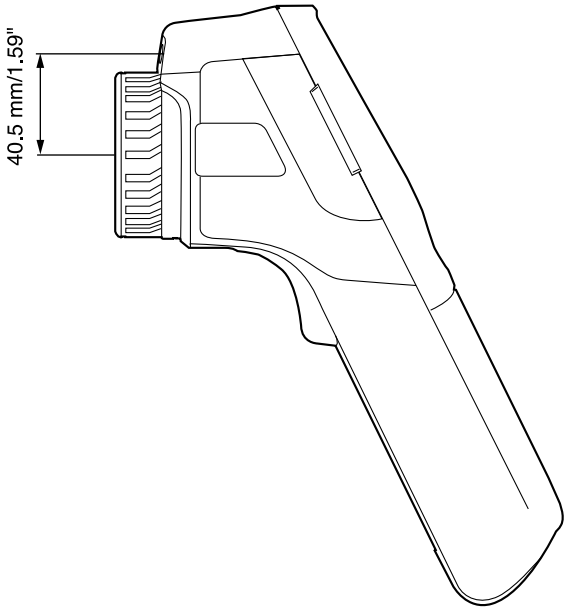


Figura 6.1 Esta figura muestra la diferencia de posición entre el puntero láser y el centro óptico de la lente de infrarrojos.

⚠ **ADVERTENCIA**
No mire directamente al haz de láser. El haz de láser puede provocar irritación ocular.

⚠ **ATENCIÓN**
Proteja el puntero láser con el tapón correspondiente cuando no lo esté utilizando.

NOTA

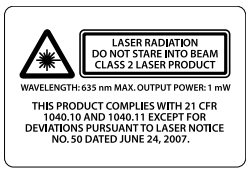
En la pantalla aparecerá el símbolo cuando el puntero láser esté activado.

NOTA

Es posible que el puntero láser no esté disponible en todos los mercados.

6.6.2 Etiqueta de advertencia sobre el láser

Hay una etiqueta de advertencia sobre el láser adherida a la cámara con la siguiente información:


LASER RADIATION
DO NOT STARE INTO BEAM
CLASS 2 LASER PRODUCT
WAVELENGTH: 635 nm MAX. OUTPUT POWER: 1 mW
THIS PRODUCT COMPLIES WITH 21 CFR 1040.10 AND 1040.11 EXCEPT FOR DEVIATIONS PURSUANT TO LASER NOTICE NO. 50 DATED JUNE 24, 2007.

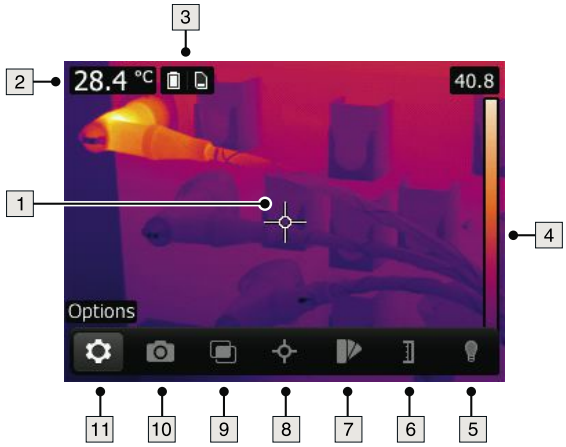
6.6.3 Reglamentos y normativas sobre el láser

Longitud de onda: 635 nm. Potencia de salida máxima: 1 mW.

Este producto cumple las normativas 21 CFR 1040.10 y 1040.11 excepto en las modificaciones realizadas con arreglo a la publicación Laser Notice (N.º 50), con fecha de 24 de junio de 2007.

7 Elementos de la pantalla

7.1 Figura



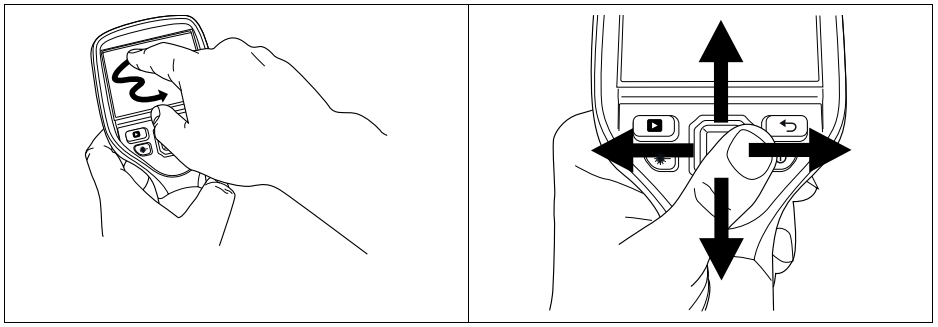
7.2 Explicación

1. Herramientas de medición (p. ej., puntero de medida).
2. Tabla de resultados de medición.
3. Iconos e indicadores de estado.
4. Escala de temperatura.
5. Botón de iluminación de la barra de herramientas.
6. Botón de escala de temperatura de la barra de herramientas.
7. Botón de color de la barra de herramientas.
8. Botón de medición de la barra de herramientas.
9. Botón de modo de imagen de la barra de herramientas.
10. Botón de modo de grabación de la barra de herramientas.
11. Botón de opciones de la barra de herramientas.

NOTA
Para ver el sistema de menús, toque la pantalla o pulse el mando de navegación.

8 Exploración del sistema de menús

8.1 Figura



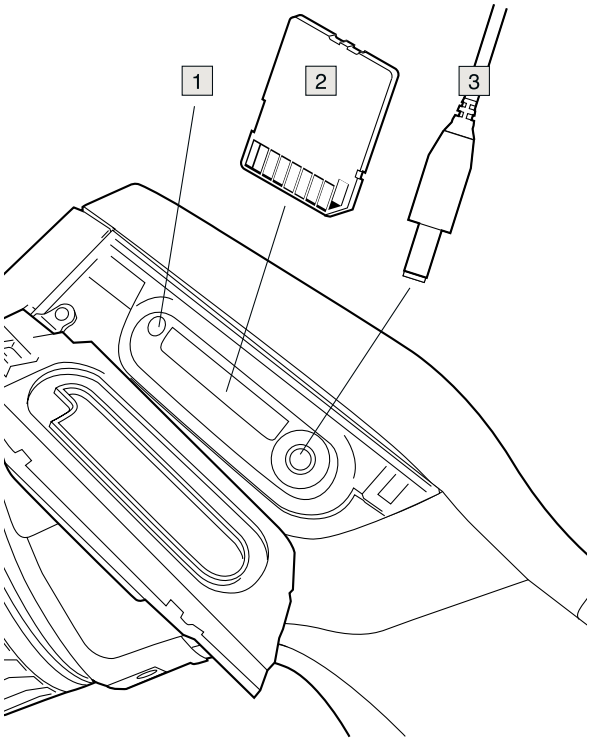
8.2 Explicación

La figura anterior muestra las dos maneras de navegar por el sistema de menús de la cámara:

- Mediante la pantalla táctil LCD para desplazarse por el sistema de menús (izquierda).
- Mediante el mando de navegación para desplazarse por el sistema de menús (derecha).

9 Conexión de dispositivos y medios de almacenamiento externos

9.1 Figura



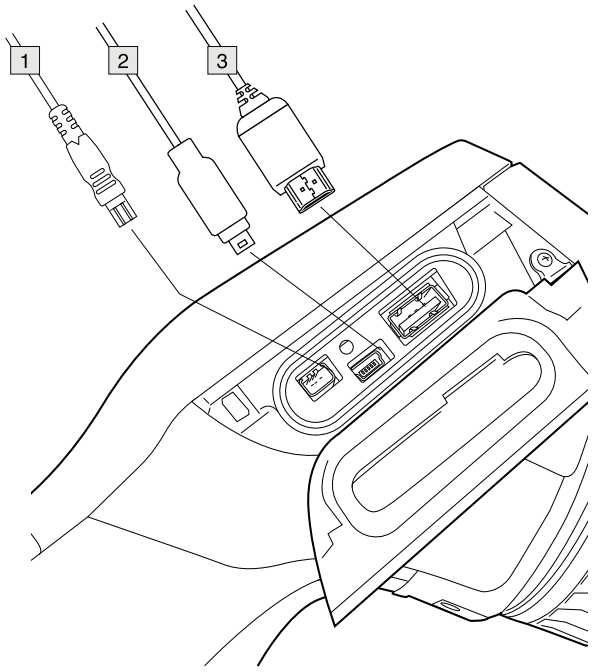
9.2 Explicación

1. Indicador que muestra que la tarjeta de memoria está en uso.

   NOTA
   No extraiga la tarjeta de memoria SD si el LED está parpadeando.

2. Tarjeta de memoria (tarjeta SD)
3. Cable de vídeo.

9.3 Figura



9.4 Explicación

1. Cable de alimentación.
2. Cable USB mini-B (para conectar la cámara a un PC).
3. Cable USB-A (para conectar la cámara a un dispositivo externo, p. ej. un dispositivo de memoria USB).

10 Emparejamiento de dispositivos Bluetooth

10.1 General

Puede utilizar auriculares Bluetooth y medidores Extech y FLIR Bluetooth con la cámara. Antes de poder utilizar el dispositivo con la cámara, es necesario emparejar la cámara y el dispositivo.

10.2 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Active el Bluetooth en el dispositivo. Consulte la documentación de usuario del dispositivo para obtener información sobre cómo hacerlo.
2. En la cámara, pulse el mando de navegación para ver el sistema de menús.
3. Utilice el mando de navegación para ir a *Settings*.
4. Pulse el mando de navegación.
5. Seleccione *Device settings* y pulse el mando de navegación.
6. Seleccione *Bluetooth & MeterLink* y pulse el mando de navegación.
7. Active el *Bluetooth* pulsando el mando de navegación.
8. Seleccione *Scan for Bluetooth devices* y pulse el mando de navegación hacia la derecha.
9. Cuando se muestre el dispositivo en la lista de dispositivos, selecciónelo y pulse el mando de navegación para emparejar la cámara y el dispositivo.

NOTA

- Puede agregar varios dispositivos.
- Puede eliminar un dispositivo agregado seleccionando el dispositivo y, a continuación, seleccionando *Remove*.
- Después de agregar un dispositivo MeterLink, como el FLIR MR77 o el FLIR CM78, el resultado del medidor será visible en la tabla de resultados de medición.

11 Configuración de Wi-Fi

11.1 General

Puede conectar la cámara de dos maneras diferentes:

- *Uso más común*: configuración de una conexión entre pares (también llamada conexión *ad-hoc* o *P2P*). Este método se utiliza principalmente con otros dispositivos, tales como un iPhone, iPad, etc.
- *Uso menos común*: conexión de la cámara a una red de área local inalámbrica (WLAN).

11.2 Configuración de una conexión entre pares (uso más común)

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. En la cámara, pulse el mando de navegación para ver el sistema de menús.
2. Utilice el mando de navegación para ir a *Settings*.
3. Pulse el mando de navegación.
4. Seleccione *Device settings* y pulse el mando de navegación.
5. Seleccione *Wi-Fi* y pulse el mando de navegación.
6. Seleccione *Share IRCAMxxxx* y pulse el mando de navegación.

NOTA

- Si la velocidad de transferencia es lenta, puede deberse a una banda de frecuencia sobrecargada. Cambie el canal para intentar aumentar la velocidad de transferencia.
- Para activar los ajustes de seguridad de la red de la cámara, active *WEP*.

11.3 Conexión de la cámara a una red de área local inalámbrica (uso menos común)

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. En la cámara, pulse el mando de navegación para ver el sistema de menús.
2. Utilice el mando de navegación para ir a *Settings* .
3. Pulse el mando de navegación.
4. Seleccione *Device settings* y pulse el mando de navegación.
5. Seleccione *Wi-Fi* y pulse el mando de navegación.
6. Seleccione *Connect to network* y pulse el mando de navegación.
7. Seleccione *Networks* y pulse el mando de navegación hacia la derecha.
8. Pulse el mando de navegación para seleccionar una red. Normalmente será necesario introducir una contraseña para acceder a la red.

NOTA

Para conectarse a una red que no difunde su SSID, seleccione *Settings* > *Add network* y configure los parámetros manualmente.

12 Puesta en marcha de la cámara

12.1 Carga de la batería

NOTA
Deberá cargar la batería durante cuatro horas antes de utilizar la cámara por primera vez.

12.1.1 Utilización de la fuente de alimentación para cargar la batería

12.1.1.1 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Conecte el enchufe del cable de la fuente de alimentación al conector de alimentación de la cámara.
2. Conecte el enchufe de la fuente de alimentación a una toma de electricidad de pared.
3. Desconecte el cable de la fuente de alimentación cuando el indicador LED de estado de la batería muestre una luz verde constante.

12.1.2 Utilización del cargador de batería independiente externo para cargar la batería

12.1.2.1 Explicación

Tipo de señal	Explicación
El LED azul parpadea.	La batería se está cargando.
El indicador LED azul está iluminado de forma constante.	La batería está totalmente cargada.

12.1.2.2 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

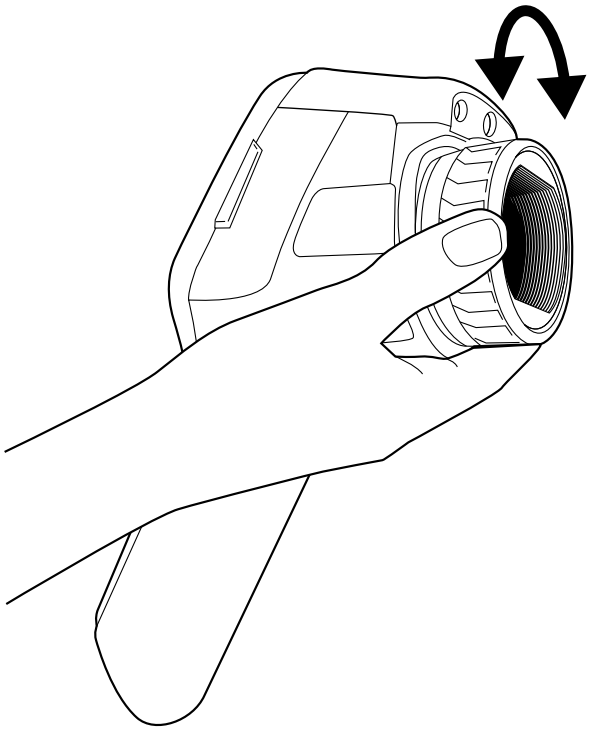
1. Coloque la batería en el cargador de batería.
2. Conecte el enchufe del cable de la fuente de alimentación al conector del cargador de batería.
3. Conecte el enchufe de la fuente de alimentación a una toma de electricidad de pared.
4. Desconecte el cable de la fuente de alimentación cuando la luz LED azul del cargador de la batería se encienda de forma continua.

12.2 Encendido y apagado de la cámara

- Pulse el botón para encender la cámara.
- Mantenga pulsado el botón menos de 5 segundos para poner la cámara en modo de espera. La cámara se apagará automáticamente después de 6 horas.
- Mantenga pulsado el botón durante más de 5 segundos para apagar la cámara.

12.3 Ajuste del enfoque de la cámara de infrarrojos

12.3.1 Figura



12.3.2 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Realice una de las siguientes acciones:
    - Para enfocar de lejos, gire el anillo de enfoque en el sentido de las agujas del reloj (con la pantalla táctil LCD de frente).
    - Para enfocar de cerca, gire el aro de enfoque en el sentido contrario a las agujas del reloj (con la pantalla táctil LCD de frente).

NOTA

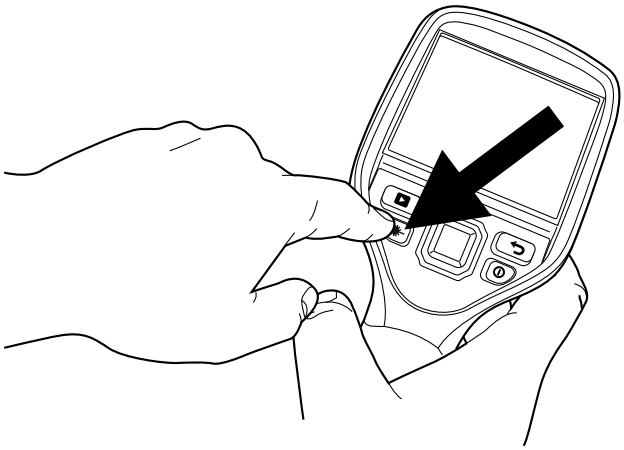
No toque la superficie de la lente al ajustar el enfoque de la cámara de infrarrojos manualmente. Si esto ocurre, limpie la lente según las instrucciones de 23.2 *Lente de infrarrojos*, página 48.

NOTA

Es muy importante ajustar el enfoque correctamente. Un ajuste incorrecto del enfoque afecta al funcionamiento de los modos de imagen *Thermal MSX*, *Thermal* y *Picture-in-picture*. También afecta a la medición de la temperatura.

12.4 Utilización del puntero láser

12.4.1 Figura



12.4.2 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Para activar el puntero láser mantenga pulsado el botón de láser.
2. Para desactivarlo, suelte el botón de láser.

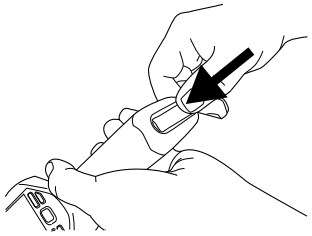
NOTA

- Cuando el puntero láser esté activado se mostrará un indicador de advertencia en la pantalla.
- La posición del puntero láser se indica en la imagen infrarroja (depende del modelo de cámara).

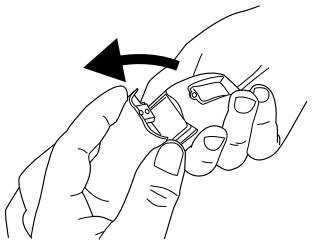
12.5 Extracción de la batería

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

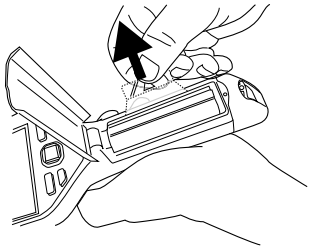
1. Presione la pestaña del compartimento de la batería.



2. Abra la cubierta de la batería.



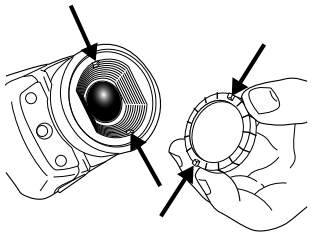
3. Tire de la cinta transparente para extraer la batería.



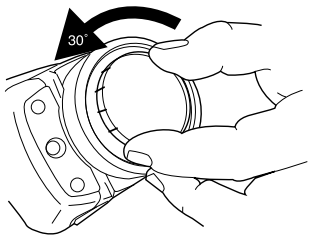
12.6 Montaje de una lente accesoria

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

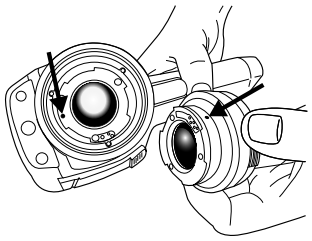
1. Observe las dos muescas de la parte frontal de la lente y las pestañas correspondientes de la protección de la lente.



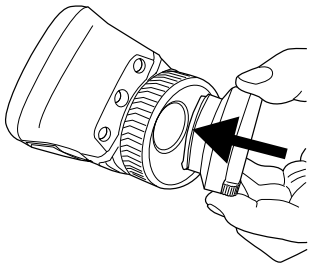
2. Utilice la protección de la lente accesoria a modo de herramienta para extraer la parte frontal de plástico de la lente. Gire esta pieza de plástico 30° grados hacia la izquierda.



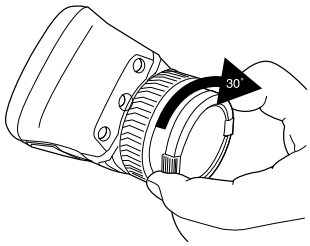
3. Observe las marcas de índice de la montura de bayoneta de la lente y de la lente de sustitución.



4. Empuje con cuidado la lente hasta que esté en la posición correcta.



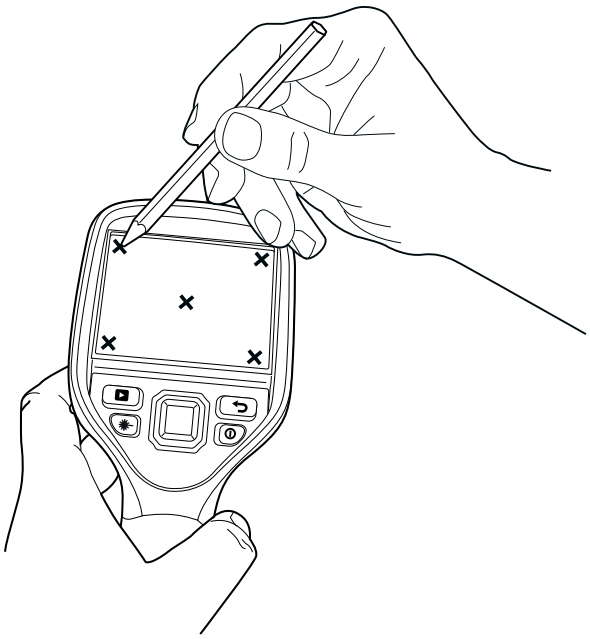
5. Gire la lente 30° hacia la derecha.



6. Encienda la cámara.
7. Especifique la lente en *Settings* > *Add-on lens*.

12.7 Calibración de la pantalla táctil

12.7.1 Figura



12.7.2 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pulse el mando de navegación para ver el sistema de menús.
2. Utilice el mando de navegación para ir a *Settings*.
3. Pulse el mando de navegación.
4. Seleccione *Device settings* y pulse el mando de navegación.
5. Seleccione *Setup camera* y pulse el mando de navegación.
6. Seleccione *Calibrate touchscreen* y pulse el mando de navegación.
7. Siga las instrucciones que aparezcan en la pantalla.

13 Trabajo con imágenes

13.1 Almacenamiento de una imagen

13.1.1 Capacidad de imágenes

En esta tabla se proporciona información acerca del número *aproximado* de imágenes infrarrojas (IR) y de cámara digital (DC) que se puede guardar en las tarjetas de memoria:

Tamaño de la tarjeta	Sólo infrarrojos	IR + DC	IR + DC + anotación de voz de 30 segundos
1 GB	5500	850	600
2 GB	11 000	1700	1200

13.1.2 Convención de nombres

La convención de nombres para las imágenes es *FLIRxxxx.jpg*, donde *xxxx* es un contador único.

13.1.3 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Para guardar una imagen, pulse el botón Guardar.

13.2 Apertura de una imagen guardada

13.2.1 General

Cuando guarde una imagen, la imagen se almacenará en una tarjeta de memoria. Para volver a mostrarla, ábrala desde la tarjeta de memoria.

13.2.2 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pulse para abrir el archivo de imágenes.
2. Presione el mando de navegación arriba y abajo o hacia izquierda y derecha para seleccionar la imagen que desee ver.
3. Pulse el mando de navegación para abrir la imagen.
4. Realice una de las siguientes acciones:
   - Pulse el mando de navegación para editar la imagen.
   - Pulse para salir del archivo de imágenes.

13.3 Ajuste de imágenes infrarrojas

13.3.1 General

Se puede ajustar una imagen infrarroja *automáticamente* o *manualmente*.

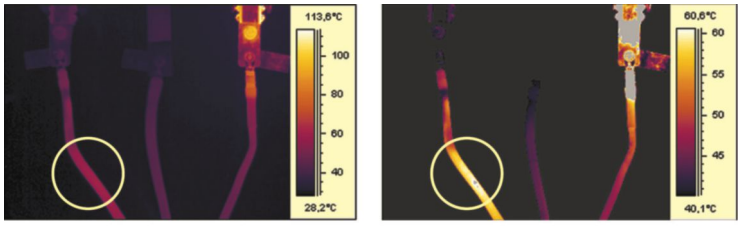
13.3.2 Ejemplo 1

Esta figura muestra dos imágenes de infrarrojos de puntos de conexión de cables. En la imagen de la izquierda, puede resultar difícil realizar un análisis correcto del cable señalado con un círculo si únicamente se lleva a cabo un ajuste automático de la imagen. Podrá analizar este cable de forma más detallada si:

- Modifica el nivel de la escala de temperaturas.
- Modifica la extensión de la escala de temperaturas.

En la imagen de la izquierda, el ajuste de la imagen es automático. En la imagen de la derecha, los niveles de temperatura máxima y mínima se han cambiado a temperaturas

cercanas al objeto. En la escala de temperaturas de la derecha de cada imagen podrá observar el modo en que se han cambiado los niveles de temperatura.

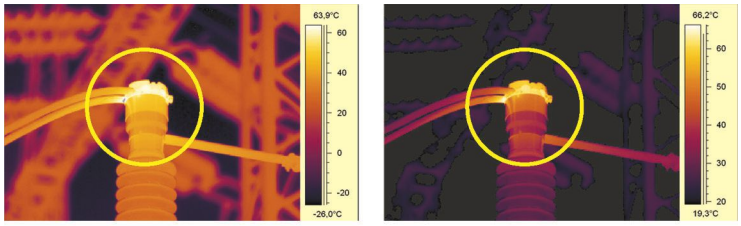


A (automatic) M (manual)

13.3.3 Ejemplo 2

Esta figura muestra dos imágenes de infrarrojos de un aislante de una línea de suministro eléctrico.

En la imagen de la izquierda, el cielo frío y la estructura de la línea de suministro se graban con una temperatura mínima de –26,0 °C. En la imagen de la derecha, los niveles de temperatura máxima y mínima se han cambiado a temperaturas cercanas al aislante. Esto hace que resulte más sencillo analizar las variaciones de temperatura del aislante.



A (automatic) M (manual)

13.3.4 Cambio del nivel de la escala de temperaturas

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pulse el mando de navegación para ver el sistema de menús.
2. Utilice el mando de navegación para ir a *Temperature scale*.
3. Pulse el mando de navegación.
4. Seleccione *Manual* y pulse el mando de navegación.
5. Pulse el mando de navegación hacia la izquierda o la derecha para seleccionar *Max* + *Min*.
6. Pulse el mando de navegación hacia arriba o abajo para mover simultáneamente los niveles de escala mínimos y máximos hacia arriba/abajo.

13.4 Cambio de la extensión de la escala de temperaturas

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pulse el mando de navegación para ver el sistema de menús.
2. Utilice el mando de navegación para ir a *Temperature scale*.
3. Pulse el mando de navegación.
4. Seleccione *Manual* y pulse el mando de navegación.
5. Pulse el mando de navegación hacia la izquierda o la derecha para seleccionar *Min* u *Max*.
6. Pulse el mando de navegación hacia arriba o abajo para mover los niveles de escala mínimos o máximos hacia arriba/abajo. Esto cambia el intervalo de temperatura total.

13.5 Cambio del color

13.5.1 General

Puede cambiar el color que emplea la cámara para indicar diferentes temperaturas. Un color distinto puede hacer que resulte más sencillo analizar las imágenes.

13.5.2 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pulse el mando de navegación para ver el sistema de menús.
2. Utilice el mando de navegación para ir a *Color*.
3. Pulse el mando de navegación.
4. Utilice el mando de navegación para seleccionar un color diferente.
5. Pulse el mando de navegación para confirmar la selección.

NOTA
Algunos colores tienen significados específicos, ya que pueden actuar como isotermas o alarmas. Para obtener más información, consulte la sección 16.1 *Trabajo con alarmas de color*, página 36 y 16 *Trabajo con alarmas*, página 36.

13.6 Zoom de una imagen

13.6.1 General

Puede acercar una imagen mediante la función de zoom digital de la cámara. Esto se puede realizar tanto en directo como en imágenes guardadas.

13.6.2 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Para acercar una imagen, toque y mantenga pulsada la pantalla con un dedo. Esto muestra la barra de herramientas de zoom.

2. En la barra de herramientas del zoom, toque el factor de zoom.
   Una vez que se ha seleccionado el factor de zoom, se muestra en la zona de notificación en la parte superior de la pantalla.

13.7 Eliminación de una imagen

13.7.1 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pulse para abrir el archivo de imágenes.
2. Presione el mando de navegación arriba y abajo o hacia izquierda y derecha para seleccionar la imagen que desee ver.
3. Pulse el mando de navegación para abrir la imagen.
4. Pulse el mando de navegación para ver la barra de herramientas
5. En la barra de herramientas, seleccione *Delete* y pulse el mando de navegación.
6. Pulse para salir del archivo de imágenes.

13.8 Eliminación de todas las imágenes

13.8.1 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pulse el mando de navegación para ver el sistema de menús.
2. Utilice el mando de navegación para ir a *Settings*.
3. Pulse el mando de navegación.
4. Seleccione *Device settings* y pulse el mando de navegación.
5. Seleccione *Reset options* y pulse el mando de navegación.
6. Seleccione *Delete all saved images* y pulse el mando de navegación.

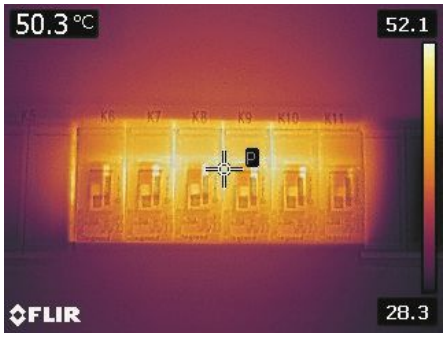
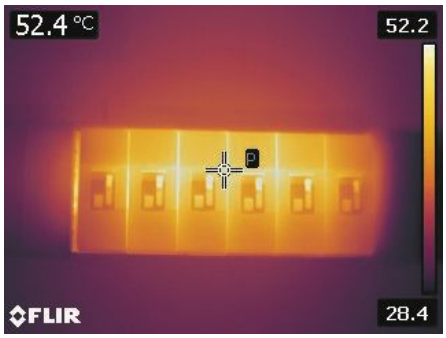
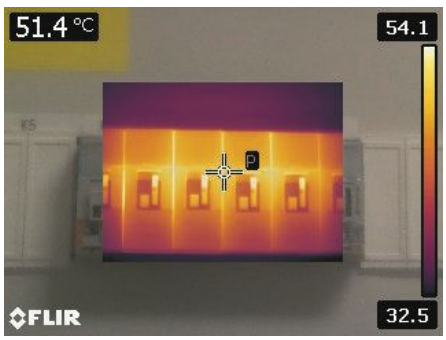
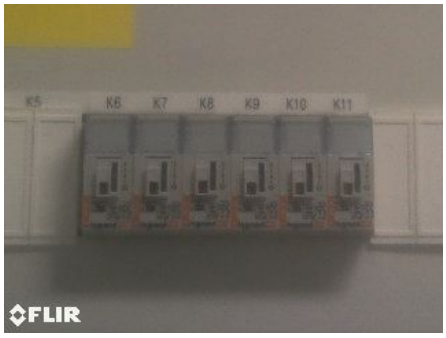
14 Trabajo con modos de imagen

14.1 General

Al capturar una imagen puede elegir entre diferentes modos de imagen.

14.2 Tipos de modos de imagen

Estos son los modos de imagen entre los que puede elegir:

Thermal MSX (Multi Spectral Dynamic Imaging): con este modo, la cámara captura imágenes infrarrojas con los bordes mejorados. Tenga en cuenta que la etiqueta para cada fusible se puede leer con claridad.	
Thermal: con este modo, la cámara captura una imagen normal de infrarrojos.	
Picture-in-picture: con este modo, la cámara captura un marco de imagen de infrarrojos que se muestra en la parte superior de la fotografía digital.	
Digital camera: con este modo, la cámara captura una imagen digital normal.	

14.3 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pulse el mando de navegación para ver el sistema de menús.
2. Utilice el mando de navegación para ir a *Image modes*.
3. Pulse el mando de navegación.
4. Seleccione uno de los siguientes modos de imagen:
    - *Thermal MSX*.
    - *Thermal*.
    - *Picture-in-picture*.
    - *Digital camera*.

NOTA
La información de todos los modos de imagen se almacena al guardar una imagen. Por tanto, si abre una imagen, por ejemplo, en FLIR Tools o en el archivo de imágenes, todavía puede cambiar el modo de la imagen.

15 Utilización de las herramientas de medida

15.1 Inserción de herramientas de medida en el modo en vivo

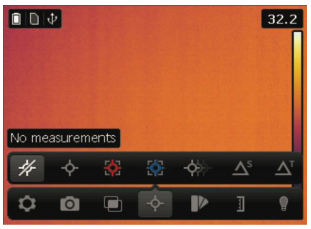
15.1.1 General

Para medir una temperatura, puede utilizar una o varias herramientas de medida, como un puntero o una caja, por ejemplo. La cámara está equipada con varias herramientas de medida *predeterminadas*.

15.1.2 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pulse el mando de navegación para ver el sistema de menús.
2. Utilice el mando de navegación para ir a *Measurement*.
3. Pulse el mando de navegación. Esto muestra una barra de herramientas de medida.



4. En la barra de herramientas, seleccione una de las siguientes opciones mediante el mando de navegación:
   - *No measurements*: borra todas las herramientas de medida de la pantalla.
   - *Center spot*: un puntero centrado en la pantalla.
   - *Auto hot spot*: un puntero en movimiento que indica la temperatura más alta en una caja.
   - *Auto cold spot*: un puntero en movimiento que indica la temperatura más fría en una caja.
   - *Hot spot - Spot*: la diferencia de temperatura entre el puntero caliente y el puntero normal.
   - *Hot spot - Temp*: la diferencia de temperatura entre el puntero caliente y una temperatura establecida.
   - *3 spots*: tres punteros centrados verticalmente.

15.2 Inserción de herramientas de medida en el modo editar.

15.2.1 General

Se pueden insertar herramientas de medida en el modo recuperación al abrir la imagen en el archivo de imágenes.

15.2.2 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pulse para abrir el archivo de imágenes.
2. Presione el mando de navegación arriba y abajo o hacia izquierda y derecha para seleccionar la imagen que desee ver.
3. Pulse el mando de navegación para abrir la imagen.
4. Pulse el mando de navegación para ver la barra de herramientas.
5. En la barra de herramientas, seleccione*Edit* y pulse el joystick. Esto abre la imagen en modo editar.
6. Pulse el joystick para ver una barra de herramientas.
7. En la barra de herramientas, seleccione *Measurement*. Aparecerá una barra de herramientas.

8. En la barra de herramientas, seleccione una de las siguientes opciones mediante el mando de navegación:
   - *Add spot*: añade un puntero de medida.
   - *Add box*: añade una caja.
   - *Add delta*: añade un cálculo de diferencia para dos herramientas de medida.
9. Pulse el menú Volver para salir del modo editar. Se mostrará un cuadro de diálogo, que le pedirá que cancele o guarde los cambios.

15.3 Movimiento o cambio tamaño de herramientas de medida

15.3.1 General

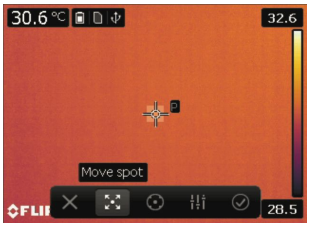
Las herramientas de medida se pueden mover y cambiar de tamaño de varias formas.

15.3.2 Procedimiento

NOTA
En este procedimiento se da por hecho que se ha distribuido al menos una herramienta de medida en la pantalla. Se utiliza como ejemplo un puntero de medida.

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Para seleccionar una herramienta de medida, toque y mantenga pulsado, o toque y pulse el mando de navegación. Se mostrará una barra de herramientas.



2. En la barra de herramientas, seleccione una de las siguientes opciones mediante el mando de navegación:
   - *Remove spot*: elimina el puntero de medida seleccionado.
   - *Move spot*: mueve el puntero de medida seleccionado.
   - *Center spot*: centra el puntero de medida en la pantalla.

15.4 Ajuste de parámetros de medida locales para una herramienta de medida

15.4.1 General

Al ajustar parámetros de medida en *Settings*, cambian todos los parámetros de la imagen entera.

Sin embargo, en algunas situaciones es posible que desee cambiar un parámetro de medida para una única herramienta de medida. Esto podría deberse a la que la herramienta de medida esté enfrente de una superficie mucho más reflectante que las otras superficies de la imagen, o sobre un objeto que esté mucho más lejos que el resto de objetos en la imagen, etc.

Si desea obtener más información acerca de los parámetros de objeto, consulte la sección 20.3.1 *Parámetros de medición*, página 43.

15.4.2 Procedimiento

NOTA
En este procedimiento se da por hecho que se ha distribuido al menos una herramienta de medida en la pantalla. Se utiliza como ejemplo un puntero de medida.

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Para seleccionar una herramienta de medida, toque y mantenga pulsado, o toque y pulse el mando de navegación. Se mostrará una barra de herramientas.
2. En la barra de herramientas, seleccione *Use local parameters* y pulse el mando de navegación.
3. En la barra de herramientas, seleccione una de las siguientes opciones y cambie el parámetro del valor deseado:

   - *Emissivity*.
   - *Reflected temperature*.
   - *Object distance*.

16 Trabajo con alarmas

16.1 Trabajo con alarmas de color

16.1.1 General

Una alarma de color aplica un color de contraste a todos los píxeles con una temperatura superior, inferior o situada entre uno o varios niveles de temperatura predefinidos.

La utilización de una alarma de color es un buen método para descubrir fácilmente anomalías en una imagen de infrarrojos.

16.1.2 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pulse el mando de navegación para ver el sistema de menús.
2. Utilice el mando de navegación para ir a *Color*.
3. Pulse el mando de navegación. Esto muestra una barra de herramientas de color.

4. En la barra de herramientas, seleccione una de las siguientes opciones mediante el mando de navegación:
   - *Above alarm*: Una alarma de color que colorea todas las partes de la imagen que están por encima de un nivel de temperatura determinado. Utilice el mando de navegación para cambiar la temperatura.
   - *Below alarm*: Una alarma de color que colorea todas las partes de la imagen que están por debajo de un nivel de temperatura determinado. Utilice el mando de navegación para cambiar la temperatura.
   - *Interval alarm*: Una alarma de intervalo de color que colorea todas las partes de la imagen que están entre dos niveles de temperatura determinados. Utilice el mando de navegación para cambiar los niveles de temperatura.

16.2 Trabajo con alarmas de aislamiento

16.2.1 General

La alarma de aislamiento permite detectar áreas en las que pueda existir un aislamiento defectuoso en un edificio. Se activará cuando el nivel de aislamiento (llamado índice térmico en el menú de la cámara) esté por debajo o por encima de un valor predefinido de fuga de energía a través de la pared (según las condiciones climáticas).

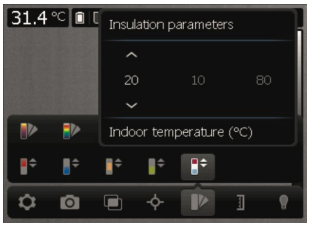
Las distintas normativas de edificación recomiendan valores diferentes para el nivel de aislamiento, pero los habituales están entre el 60% y el 80% para edificios nuevos. Consulte la normativa nacional para conocer las recomendaciones adecuadas.

16.2.2 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pulse el mando de navegación para ver el sistema de menús.
2. Utilice el mando de navegación para ir a *Color*.
3. Pulse el mando de navegación.

4. Utilice el mando de navegación para seleccionar *Insulation alarm*. Aparecerá un cuadro de diálogo.



5. Utilice el mando de navegación para configurar los siguientes parámetros:
   - *Outdoor temperature*: La temperatura exterior actual.
   - *Indoor temperature*: La temperatura interior actual.
   - *Thermal index*: El nivel de aislamiento, que debe ser un entero entre 0 y 100.

16.3 Trabajo con alarmas de condensación

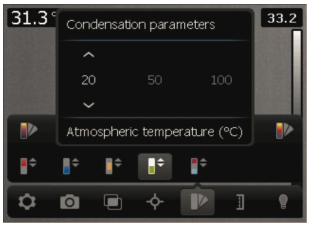
16.3.1 General

La alarma de condensación puede detectar zonas con problemas de humedad potenciales. Se puede configurar la humedad relativa a partir de la cual la cámara coloreará la imagen.

16.3.2 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pulse el mando de navegación para ver el sistema de menús.
2. Utilice el mando de navegación para ir a *Color*.
3. Pulse el mando de navegación.
4. Utilice el mando de navegación para seleccionar *Condensation alarm*. Aparecerá un cuadro de diálogo.



5. Utilice el mando de navegación para configurar los siguientes parámetros:
   - *Atmospheric temperature*: La temperatura atmosférica actual.
   - *Relative humidity*: La humedad relativa actual.
   - *Relative humidity limit*: El nivel de humedad relativa en el que desea que se active la alarma. Un 100% indica que el vapor de agua se convierte en agua líquida (= punto de condensación).

17 Recuperación de datos desde medidores Extech y FLIR externos

17.1 General

Puede recuperar datos de un medidor Extech o FLIR externo y combinarlos con la tabla de resultados de la imagen de infrarrojos.

17.2 Medidores compatibles

Extech medidores:

- Extech MO297
- Extech EX845

FLIR medidores:

- FLIR CM78
- FLIR CM83
- FLIR DM93
- FLIR MR77

17.3 Asistencia técnica

- Extech medidores: support@extech.com
- FLIR meters: http://support.flir.com

17.4 Documentación del usuario

- Extech medidores: http://extech.com/instruments/
- FLIR meters: http://support.flir.com

17.5 Procedimiento

NOTA
En este procedimiento se parte del supuesto de que ha emparejado los dispositivos Bluetooth. Para más información, consulte la sección 10 *Emparejamiento de dispositivos Bluetooth*, página 20.

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Encienda la cámara.
2. Encienda el medidor FLIR .
3. En el medidor, active el modo Bluetooth. Consulte la documentación del usuario del medidor para obtener información sobre cómo hacerlo.
4. En el medidor, seleccione la unidad que desea utilizar (voltaje, corriente, resistencia, etc.). Consulte la documentación del usuario del medidor para obtener información sobre cómo hacerlo.
   Los resultados del medidor se mostrarán automáticamente en la tabla de resultados de la esquina superior izquierda de la pantalla de la cámara de infrarrojos.

17.6 Procedimiento habitual para las mediciones de humedad y su documentación

17.6.1 General

El siguiente procedimiento constituye la base para otros procedimientos en los que se usen cámaras de infrarrojos y medidores Extech o FLIR.

17.6.2 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Use la cámara de infrarrojos para identificar posibles áreas húmedas en paredes y techos.
2. Use el medidor de humedad para medir los niveles de humedad en diversas ubicaciones sospechosas.
3. Si se encuentra un lugar de especial interés, almacene la lectura de humedad en la memoria del medidor de humedad e identifique el punto de medición con una marca manual o con cualquier marcador de identificación térmica.

4. Recupere la lectura de la memoria del medidor. El medidor de humedad transmitirá ahora esta lectura a la cámara de infrarrojos.
5. Use la cámara para realizar una imagen térmica del área con el marcador de identificación. Los datos almacenados en el medidor térmico también se guardarán en la imagen.

18 Anotación de imágenes

18.1 General

En esta sección se describe cómo guardar información adicional junto con una imagen de infrarrojos mediante el uso de anotaciones.

El uso de anotaciones hace que las tareas posteriores al procesamiento y la elaboración de informes sean más eficientes, proporcionando información esencial acerca de la imagen o la situación en la que hizo.

18.2 Creación de una nota

18.2.1 General

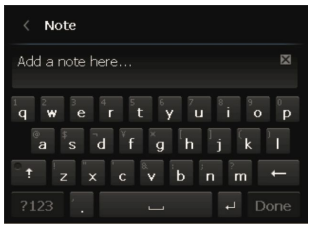
Una nota se agrupa con los archivos de imagen. Mediante el uso de esta función podrá anotar las imágenes con texto de formato libre.

18.2.2 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pulse para abrir el archivo de imágenes.
2. Presione el mando de navegación arriba y abajo o a izquierda y derecha para seleccionar la imagen a la que quiera añadir una anotación de texto.
3. Pulse el mando de navegación para abrir la imagen.
4. Pulse el mando de navegación para ver la barra de herramientas.

5. En la barra de herramientas, seleccione *Note* y pulse el mando de navegación. Se mostrará un teclado.



6. Escriba el texto y haga clic en *Done*. Cuando se haya guardado la nota, se mostrará un icono de nota en la esquina derecha de la parte de abajo de la imagen.

18.3 Creación de una anotación de voz

18.3.1 General

Una anotación de voz es una grabación de audio almacenada en un archivo de imagen de infrarrojos.

La anotación de voz se graba mediante unos auriculares Bluetooth. La grabación puede reproducirse en la cámara y en el software de informes y análisis de imágenes de FLIR Systems.

18.3.2 Procedimiento

NOTA
En este procedimiento se da por hecho que ha emparejado los dispositivos Bluetooth. Para obtener información sobre cómo hacerlo, consulte la sección 10 *Emparejamiento de dispositivos Bluetooth*, página 20.

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pulse para abrir el archivo de imágenes.
2. Presione el mando de navegación arriba y abajo o a izquierda y derecha para seleccionar la imagen a la que desea añadir una anotación de voz.
3. Pulse el mando de navegación para abrir la imagen.
4. Pulse el mando de navegación para ver la barra de herramientas.

5. En la barra de herramientas, seleccione *Voice annotation* y pulse el mando de navegación. Se mostrará una barra de herramientas de grabación.

6. Lleve a cabo el siguiente procedimiento:
   - Haga clic en *Record* para empezar a grabar.
   - Haga clic en *Stop* para parar la grabación. Cuando se haya guardado la grabación, se mostrará un icono de anotación de voz en la esquina derecha de la parte de abajo de la imagen.
   - Haga clic en *Delete* para eliminar la grabación.

19 Grabación de secuencias de vídeo

19.1 General

Se pueden grabar clips de vídeo no radiométricos en los siguientes modos de imagen:

- *Thermal MSX*.
- *Thermal*.
- *Picture-in-picture*.
- *Digital camera*.

Los vídeos se pueden reproducir en Microsoft Windows Media Player, pero no será posible recuperar valores de temperatura de ellos.

19.2 Procedimiento: Grabación de un clip de vídeo

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pulse el mando de navegación para ver el sistema de menús.
2. Utilice el mando de navegación para ir a *Recording mode*.
3. Pulse el mando de navegación.
4. Seleccione *Video* y pulse el mando de navegación.
5. Pulse el botón Guardar para empezar a grabar. Un icono rojo en la parte superior de la imagen parpadea durante la grabación.

6. Pulse el botón Guardar de nuevo para detener la grabación.

19.3 Procedimiento: Reproducción de un clip de vídeo

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pulse para abrir el archivo de imágenes.
2. Presione el mando de navegación arriba y abajo o a izquierda y derecha para seleccionar el clip de vídeo que desee reproducir.
3. Pulse el mando de navegación para abrir el clip de vídeo.
4. Pulse el mando de navegación para ver la barra de herramientas.
5. En la barra de herramientas, seleccione *Play* y pulse el mando de navegación.

20 Modificación de la configuración

20.1 General

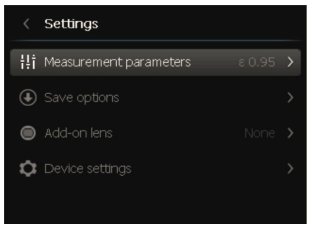
Puede cambiar una gran variedad de ajustes de la cámara. Puede hacerlo en el cuadro de diálogo*Settings*.

20.2 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Pulse el mando de navegación para ver el sistema de menús.
2. Utilice el mando de navegación para ir a *Settings*.
3. Pulse el mando de navegación.
4. Seleccione el ajuste que quiere cambiar. Al seleccionar algunos ajustes se mostrarán cuadros de diálogo adicionales.
5. Utilice el mando de navegación para navegar por los menús o cambiar valores.
6. Pulse para ir hacia atrás.

20.3 Descripción de los diferentes ajustes



20.3.1 Parámetros de medición

20.3.1.1 General

Para realizar medidas muy precisas, deberá definir los parámetros del objeto.

20.3.1.2 Tipos de parámetros

La cámara utiliza los siguientes parámetros de objeto:

- *Emissivity*, la cantidad de radiación que emite un objeto comparada con la radiación teórica de un objeto de referencia de la misma temperatura (denominado ““cuerpo negro””). Lo opuesto de la emisividad es la reflectividad. La emisividad determina la cantidad de radiación que origina el objeto en lugar de la que refleja.
- *Reflected temperature*, que se utiliza para compensar la radiación de los alrededores reflejada por el objeto en la cámara. Esta propiedad del objeto se denomina reflectividad.
- *Distance*, la distancia entre la cámara y el objeto de interés.
- *Relative humidity*, la humedad relativa del aire entre la cámara y el objeto de interés.
- *Atmospheric temperature*, es decir, la temperatura del aire entre la cámara y el objeto de interés.
- *Window compensation*, la temperatura de cualquier ventana protectora o elemento similar situado entre la cámara y el objeto de interés. Si no se utiliza ninguna ventana protectora ni ningún escudo de protección, el valor es irrelevante y debe dejarse inactivo.

20.3.1.3 Valores recomendados

Si no está seguro de los valores, los siguientes son los recomendados:

Emisividad	0,95
Temperatura reflejada	+20 °C
Distancia	1,0 m

Humedad relativa	50%
Temperatura atmosférica	+20 °C

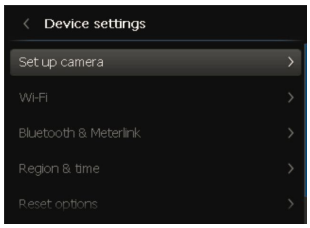
20.3.2 Opciones de almacenamiento

Photo as separate JPEG: Este ajuste permite decidir si una fotografía digital se guardará en un archivo separado con un campo de visión completo. Si se desactiva este ajuste, la fotografía digital se almacenará con el mismo campo de visión que la imagen de infrarrojos.

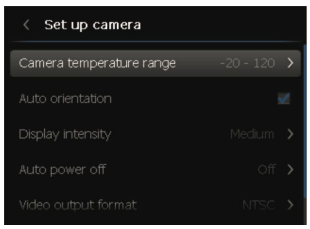
20.3.3 Lente complementaria

Este ajuste permite decidir qué lente accesoria se ha montado en la cámara. Las opciones disponibles son *None*, *FOV45* y *FOV15*.

20.3.4 Configuración del dispositivo



20.3.4.1 Configurar la cámara



20.3.4.1.1 Rango de temperaturas de la cámara

Este ajuste permite decidir el rango de temperatura calibrado de la cámara. Los diferentes modelos de cámaras tienen diferentes rangos de temperatura. Seleccione un rango que se adapte a sus características de medición.

20.3.4.1.2 Orientación automática

Este ajuste permite decidir si la *Auto orientation* está activada o desactivada. Si la *Auto orientation* está activada, la orientación de los gráficos superpuestos cambiará según cómo se esté sujetando la cámara.

20.3.4.1.3 Intensidad de pantalla

Este ajuste permite decidir la intensidad de la luz de la pantalla. Las opciones disponibles son *Low*, *Medium* y *High*.

20.3.4.1.4 Apagado automático

Este ajuste permite decidir cuánto tardará la cámara en apagarse automáticamente. Las opciones disponibles son *Off*, *5 min* y *20 min*.

20.3.4.1.5 Formato de salida de vídeo

Este ajuste permite decidir el formato de salida de vídeo desde el conector de salida de vídeo (por ejemplo, el formato de TV). Las opciones disponibles son *PAL* y *NTSC*.

20.3.4.1.6 Calibración de la pantalla táctil

Este ajuste permite la calibración de la pantalla táctil. Para obtener más información, consulte la sección 12.7 *Calibración de la pantalla táctil*, página 26.

20.3.4.2 Wi-Fi

Este ajuste permite decidir las redes Wi-Fi. Para obtener más información, consulte la sección 11 *Configuración de Wi-Fi*, página 21.

20.3.4.3 Bluetooth y MeterLink

Este ajuste permite decidir la conectividad Bluetooth. Para obtener más información, consulte la sección 10 *Emparejamiento de dispositivos Bluetooth*, página 20.

20.3.4.4 Región y hora

Este ajuste permite indicar varios parámetros regionales:

- *Language*.
- *Temperature unit*.
- *Distance unit*.
- *Date and time*.
- *Date and time format*.

20.3.4.5 Opciones de restablecimiento

Este ajuste permite indicar varias opciones de restablecimiento:

- *Reset default camera mode*: Afectará a las paletas de color y a las herramientas de medida. Las imágenes guardadas no se verán afectadas.
- *Reset device settings to factory default*: Afectará a todos los ajustes de la cámara, incluidos los ajustes regionales. Las imágenes guardadas no se verán afectadas. La cámara se reiniciará.
- *Delete all saved images*: Este ajuste borrará todas las imágenes guardadas en el archivo de imágenes.

20.3.4.6 Información de la cámara

Este diálogo muestra información de la cámara, como el modelo, número de serie, número de referencia y versión de software. No se pueden realizar cambios.

21 Datos técnicos

Para obtener los datos técnicos de este producto, consulte el catálogo de productos o las hojas de datos técnicos en el CD-ROM de documentación del usuario que viene con el producto.

El catálogo de productos y las hojas de datos técnicos también están disponibles en http://support.flir.com.

22 Declaración de conformidad

FLIR

September 15, 2013 AQ320046

CE Declaration of Conformity

This is to certify that the System listed below have been designed and manufactured to meet the requirements, as applicable, of the following EU-Directives and corresponding harmonising standards. The systems consequently meet the requirements for the CE-mark.

Directives:

Directive 2004/108/EC	**Electromagnetic Compatibility**
Directive 2006/95/EC	**"Low voltage Directive"** (Power Supply)
Directive 1999/5/EC	**"R&TTE on radio equipment and telecommunications terminal equipment"**
Directive 2002/96/EC	**Waste electrical and electronic equipment; WEEE** (As applicable)

Standards:

Emission:	**EN 61000-6-3; Electro magnetic Compatibility Generic standards - Emission**
Immunity:	**EN 61000-6-2; Electro magnetic Compatibility Generic standards - Immunity**
Safety (Power Supply)**:**	**EN 60950;** (or other) **Safety of information technology equipment**
Radio	**EN 300328** **EN 301489**
System:	**FLIR EXX series**

FLIR Systems AB
Quality Assurance

Björn Svensson
Director

FLIR Systems AB • Antennvägen 6 • P.O. Box 7376 • SE-187 15 Täby • Sweden
Telephone: +46 8 753 25 00 • Telefax: +46 8 753 23 64
Registered No: 556256-6579
www.flir.se

23 Limpieza de la cámara

23.1 Carcasa de la cámara, cables y otros elementos

23.1.1 Líquidos

Utilice uno de los siguientes líquidos:

- Agua tibia
- Una solución detergente suave

23.1.2 Equipo

Un paño suave

23.1.3 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Impregne el paño con el líquido.
2. Estruje el paño para eliminar el exceso de líquido.
3. Limpie la pieza con el paño.

ATENCIÓN

No utilice disolventes ni líquidos similares en la cámara, los cables ni en ningún otro elemento. De lo contrario, podrían producirse daños.

23.2 Lente de infrarrojos

23.2.1 Líquidos

Utilice uno de los siguientes líquidos:

- Un líquido comercial para la limpieza de lentes con más del 30% de alcohol isopropílico.
- Alcohol etílico (C_2H_5OH) con 96% de concentración.
- DEE (= "éter" = dietiléter, $C_4H_{10}O$).
- 50% acetona (= dimetilcetona, $CH_3)_2CO$)) + 50% alcohol etílico (por volumen). Este líquido evita las marcas de secado en la lente.

23.2.2 Equipo

Paño de algodón

23.2.3 Procedimiento

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Impregne el paño de algodón con el líquido.
2. Estruje el paño de algodón para eliminar el exceso de líquido.
3. Limpie la lente una única vez y deseche el paño de algodón.

ADVERTENCIA

Asegúrese de leer todas las hojas de datos de materiales de seguridad (MSDS) y etiquetas de advertencia de los contenedores aplicables antes de utilizar un líquido. El líquido puede ser peligroso.

ATENCIÓN

- Tenga cuidado al limpiar la lente infrarroja. La lente tiene una delicada capa antirreflectante.
- No limpie la lente infrarroja en exceso. De lo contrario, podría dañar la capa antirreflectante.

24 Ejemplos de aplicaciones

24.1 Daños por agua y humedad

24.1.1 General

A menudo es posible detectar los daños por agua y humedad de una casa mediante una cámara de infrarrojos. En parte se debe a que la zona dañada tiene una capacidad diferente para conducir el calor y en parte porque tiene una capacidad diferente para almacenarlo, en comparación con el material que la rodea.

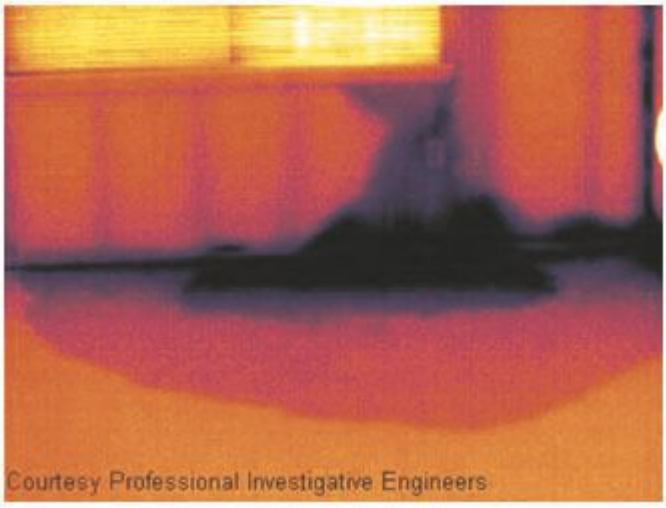
NOTA

Hay muchos factores que pueden influir en el modo en el que los daños por agua o humedad aparecerán en una imagen de infrarrojos.

Por ejemplo, el calentamiento y la refrigeración de estas partes se da a diferentes velocidades, dependiendo del material y de la hora del día. Por este motivo, es importante utilizar otros métodos adicionales para comprobar los daños por agua o humedad.

24.1.2 Figura

La imagen siguiente muestra graves daños por agua en un muro exterior en el que el agua ha penetrado por la cara exterior debido a un alféizar instalado de forma incorrecta.



24.2 Contacto defectuoso en el conector

24.2.1 General

Según el tipo de conexión que tenga un conector, un cable conectado de forma incorrecta puede provocar un aumento de la temperatura local. El aumento de la temperatura se debe a que la zona de contacto entre el cable de entrada y el punto de conexión del conector es reducida, y esto puede provocar un incendio eléctrico.

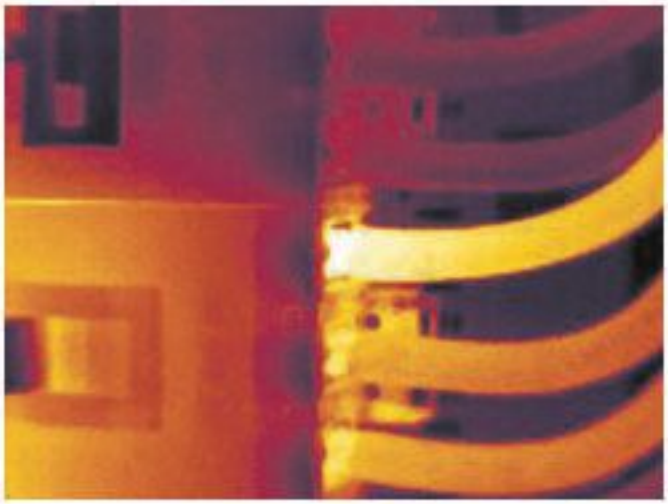
NOTA

La estructura de un conector puede ser totalmente distinta de un fabricante a otro. Por lo tanto, los distintos fallos de un conector pueden mostrar un aspecto similar en una imagen de infrarrojos.

Los aumentos de la temperatura local también pueden ser consecuencia de un contacto incorrecto entre el cable y el conector, o bien de una diferencia de carga.

24.2.2 Figura

La siguiente imagen muestra una conexión de un cable a un conector en la que un contacto incorrecto ha provocado un aumento de la temperatura local.



24.3 Conector oxidado

24.3.1 General

Dependiendo del tipo de conector y del entorno en el que esté instalado, es posible que se genere óxido en las superficies de contacto del conector. El óxido puede provocar un aumento de la resistencia local cuando el conector esté cargado, lo que puede observarse en una imagen de infrarrojos como un aumento de la temperatura local.

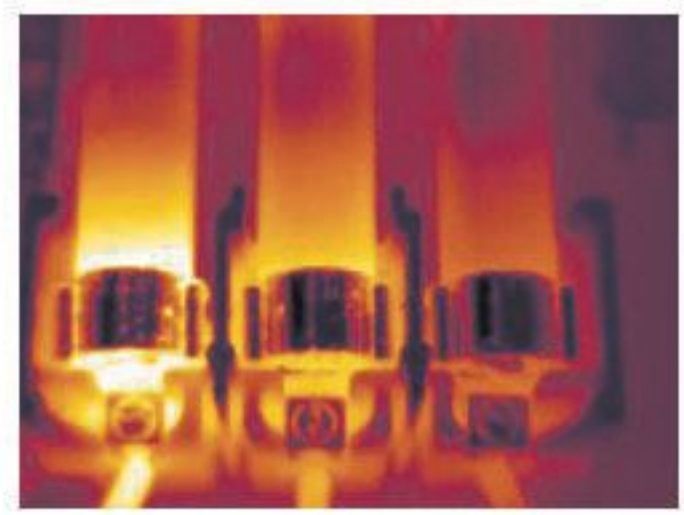
NOTA

La estructura de un conector puede ser totalmente distinta de un fabricante a otro. Por lo tanto, los distintos fallos de un conector pueden mostrar un aspecto similar en una imagen de infrarrojos.

Los aumentos de la temperatura local también pueden ser consecuencia de un contacto incorrecto entre el cable y el conector, o bien de una diferencia de carga.

24.3.2 Figura

La siguiente imagen muestra una serie de fusibles en la que uno de ellos tiene una temperatura elevada en las superficies de contacto con el hueco del fusible. Dado que el hueco del fusible es de metal no pintado, el aumento de temperatura no es visible en él, mientras que sí lo es en el material de cerámica del fusible.



24.4 Deficiencias de aislamiento

24.4.1 General

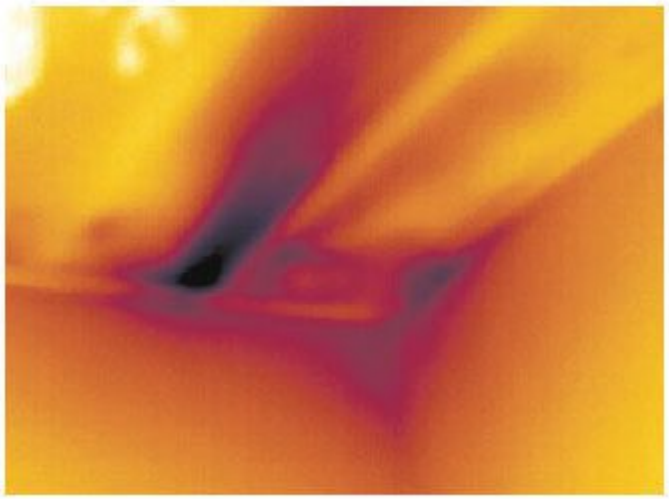
Las deficiencias de aislamiento pueden ser consecuencia de que el aislamiento pierda volumen con el transcurso del tiempo y ya no llene por completo el hueco del marco de una pared.

Una cámara de infrarrojos permite observar estas deficiencias de aislamiento porque tienen una capacidad diferente para conducir el calor que las secciones con un aislamiento instalado correctamente, o muestran la zona en la que el aire penetra en el edificio.

NOTA
Al inspeccionar un edificio, la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior debe ser de al menos 10 °C. Los tachonados, las tuberías de agua, las columnas de cemento y componentes similares pueden tener el aspecto de deficiencias de aislamiento en las imágenes de infrarrojos. También pueden producirse diferencias menores de forma natural.

24.4.2 Figura

En la siguiente imagen, falta aislamiento en la estructura del tejado. Debido al deficiente aislamiento, el aire ha forzado su entrada en la estructura del tejado, lo que proporciona un aspecto distinto y característico a la imagen de infrarrojos.



24.5 Corrientes de aire

24.5.1 General

Las corrientes de aire se detectan bajo los rodapiés, alrededor de los marcos de puertas y ventanas y sobre los techos. Normalmente es posible observar este tipo de corriente de aire con una cámara de infrarrojos, dado que un flujo de aire más frío enfría la superficie que lo rodea.

NOTA

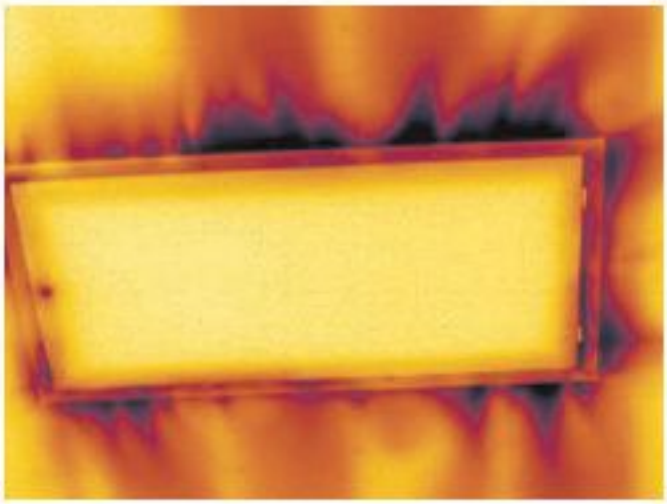
Al investigar las corrientes de aire de una casa, debe haber presión subatmosférica en ella. Cierre todas las puertas, ventanas y conductos de ventilación y deje funcionar el extractor de la cocina durante un tiempo antes de capturar las imágenes de infrarrojos.

Normalmente una imagen de infrarrojos de una corriente de aire muestra un patrón de corriente típico. En la siguiente imagen se observa claramente dicho patrón de flujo.

También debe tener en cuenta que las corrientes de aire pueden permanecer ocultas por el calor de los circuitos de calefacción de los suelos.

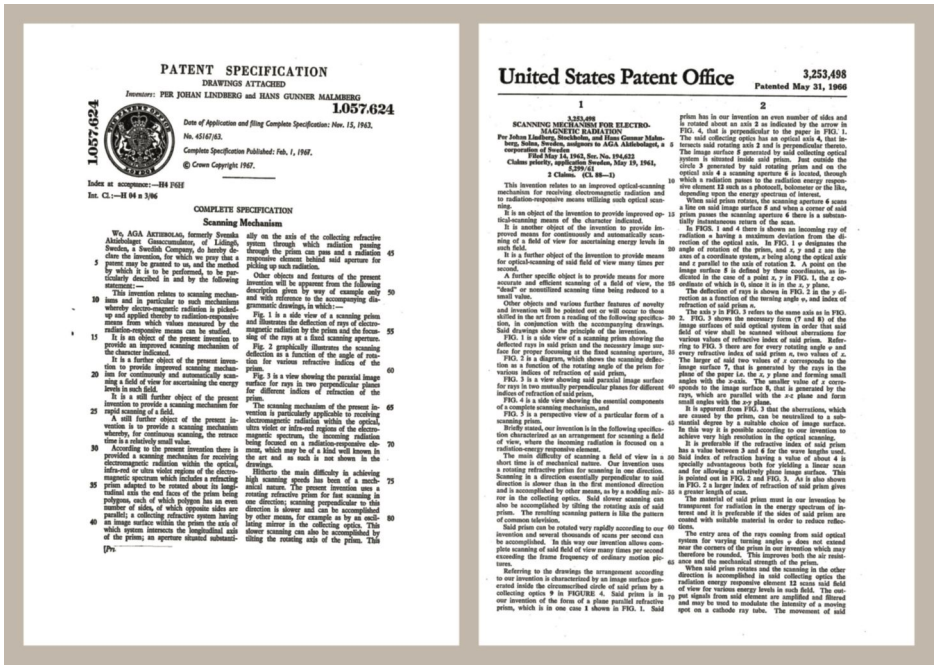
24.5.2 Figura

La imagen muestra una trampilla en un techo en el que una instalación incorrecta ha provocado una fuerte corriente de aire.



25 Acerca de FLIR Systems

FLIR Systems se creó en 1978 con el objetivo de permanecer en la vanguardia del desarrollo de sistemas de imágenes de infrarrojos de alto rendimiento y ostenta el liderazgo mundial en el diseño, fabricación y promoción de sistemas de imágenes térmicas para una gran variedad de aplicaciones comerciales, industriales y gubernamentales. En la actualidad, FLIR Systems reúne la historia de cinco grandes empresas con logros insuperables en la tecnología de infrarrojos desde 1958: la sueca AGEMA Infrared Systems (antes AGA Infrared Systems), las tres empresas estadounidenses Indigo Systems, FSI e Inframetrics, y la francesa Cedip. En noviembre de 2007, FLIR Systems adquirió Extech Instruments.



PATENT SPECIFICATION

DRAWINGS ATTACHED

Inventors: PER JOHAN LINDBERG and HANS GUNNER MALMBERG

1,057,624

Date of Application and filing Complete Specification: Nov. 15, 1963.

No. 45167/63.

Complete Specification Published: Feb. 1, 1967.

© Crown Copyright 1967.

1057.624

Index at acceptance:—H04 FGH

Int. Cl.:—H 04 n 3/06

COMPLETE SPECIFICATION

Scanning Mechanism

We, AGA AKTIEBOLAG, formerly Svenska Aktiebolaget Gasaccumulator, of Lidingö, Sweden, a Swedish Company, do hereby declare the invention, for which we pray that a patent may be granted to us, and the method by which it is to be performed, to be particularly described in and by the following statement:—

This invention relates to scanning mechanisms and in particular to such mechanisms whereby electro-magnetic radiation is picked-up and applied thereby to radiation-responsive means from which values measured by the radiation-responsive means can be studied.

It is an object of the present invention to provide an improved scanning mechanism of the character indicated.

It is a further object of the present invention to provide improved scanning mechanism for continuously and automatically scanning a field of view for ascertaining the energy levels in such field.

It is a still further object of the present invention to provide a scanning mechanism for rapid scanning of a field.

A still further object of the present invention is to provide a scanning mechanism whereby, for continuous scanning, the retrace time is a relatively small value.

According to the present invention there is provided a scanning mechanism for receiving electromagnetic radiation within the optical, infra-red or ultra violet regions of the electromagnetic spectrum which includes a refracting prism adapted to be rotated about its longitudinal axis the end faces of the prism being polygons, each of which polygon has an even number of sides, of which opposite sides are parallel; a collecting refractive system having an image surface within the prism the axis of which system intersects the longitudinal axis of the prism; an aperture situated substantially on the axis of the collecting refractive system through which radiation passing through the prism can pass and a radiation responsive element behind said aperture for picking up such radiation.

Other objects and features of the present invention will be apparent from the following description given by way of example only and with reference to the accompanying diagrammatic drawings, in which:—

Fig. 1 is a side view of a scanning prism and illustrates the deflection of rays of electromagnetic radiation by the prism and the focussing of the rays at a fixed scanning aperture.

Fig. 2 graphically illustrates the scanning deflection as a function of the angle of rotation for various refractive indices of the prism.

Fig. 3 is a view showing the parasial image surface for rays in two perpendicular planes for different indices of refraction of the prism.

The scanning mechanism of the present invention is particularly applicable to receiving electromagnetic radiation within the optical, ultra violet or infra-red regions of the electromagnetic spectrum, the incoming radiation being focused on a radiation-responsive element, which may be of a kind well known in the art and as such is not shown in the drawings.

Hitherto the main difficulty is achieving high scanning speeds has been of a mechanical nature. The present invention uses a rotating refractive prism for fast scanning in one direction; scanning perpendicular to this direction is slower and can be accomplished by other means, for example as by an oscillating mirror in the collecting optics. This slower scanning can also be accomplished by tilting the rotating axis of the prism. This

[Pto

United States Patent Office 3,253,498 Patented May 31, 1966

1 2

3,253,498

SCANNING MECHANISM FOR ELECTRO-MAGNETIC RADIATION

Per Johan Lindberg, Stockholm, and Hans Gunnar Malmberg, Solna, Sweden, assignors to AGA Aktiebolaget, a corporation of Sweden

Filed May 14, 1963, Ser. No. 194,622

Claims priority, application Sweden, May 19, 1961, 5,399/61

2 Claims. (Cl. 88—1)

This invention relates to an improved optical-scanning mechanism for receiving electromagnetic radiation and to radiation-responsive means utilizing such optical scanning.

It is an object of the invention to provide improved optical-scanning means of the character indicated.

It is another object of the invention to provide improved means for continuously and automatically scanning of a field of view for ascertaining energy levels in such field.

It is a further object of the invention to provide means for optical-scanning of said field of view many times per second.

A further specific object is to provide means for more accurate and efficient scanning of a field of view, the "dead" or nonutilized scanning time being reduced to a small value.

Other objects and various further features of novelty and invention will be pointed out or will occur to those skilled in the art from a reading of the following specification, in conjunction with the accompanying drawings. Said drawings show the principle of the invention.

FIG. 1 is a side view of a scanning prism showing the deflected rays in said prism and the necessary image surface for proper focussing at the fixed scanning aperture.

FIG. 2 is a diagram, which shows the scanning deflection as a function of the rotating angle of the prism for various indices of refraction of said prism.

FIG. 3 is a view showing said parasial image surface for rays in two mutually perpendicular planes for different indices of refraction of said prism.

FIG. 4 is a side view showing the essential components of a complete scanning mechanism, and

FIG. 5 is a perspective view of a particular form of a scanning prism.

Briefly stated, our invention is in the following specification characterized as an arrangement for scanning a field of view, where the incoming radiation is focused on a radiation-energy responsive element.

The main difficulty of scanning a field of view in a short time is of mechanical nature. Our invention uses a rotating refractive prism for scanning in one direction. Scanning in a direction essentially perpendicular to said direction is slower than in the first mentioned direction and is accomplished by other means, as by a nodding mirror in the collecting optics. Said slower scanning can also be accomplished by tilting the rotating axis of said prism. The resulting scanning pattern is like the pattern of common television.

Said prism can be rotated very rapidly according to our invention and several thousands of scans per second can be accomplished. In this way our invention allows complete scanning of said field of view many times per second exceeding the frame frequency of ordinary motion pictures.

Referring to the drawings the arrangement according to our invention is characterized by an image surface generated inside the circumscribed circle of said prism by a collecting optics 9 in FIGURE 4. Said prism is in our invention of the form of a plane parallel refractive prism, which is in one case 4 shown in FIG. 1. Said prism has in our invention an even number of sides and is rotated about an axis 2 as indicated by the arrow in FIG. 4, that is perpendicular to the paper in FIG. 1. The said collecting optics has an optical axis 4, that intersects said rotating axis 2 and is perpendicular thereto. The image surface 5 generated by said collecting optical system is situated inside said prism. Just outside the circle 3 generated by said rotating prism and on the optical axis 4 a scanning aperture 6 is located, through which a radiation passes to the radiation energy responsive element 12 such as a photocell, bolometer or the like, depending upon the energy spectrum of interest.

When said prism rotates, the scanning aperture 6 scans a line on said image surface 5 and when a corner of said prism passes the scanning aperture 6 there is a substantially instantaneous return of the scan.

In FIGS. 1 and 4 there is shown an incoming ray of radiation s having a maximum deviation from the direction of the optical axis. In FIG. 1 ψ designates the angle of rotation of the prism, and x, y and z are the axes of a coordinate system, x being along the optical axis and z parallel to the axis of rotation 2. A point on the image surface 5 is defined by these coordinates, as indicated in the case of a point x, y in FIG. 1, the z coordinate of which is 0, since it is in the x, y plane.

The deflection of rays is shown in FIG. 2 in the y direction as a function of the turning angle ψ, and index of refraction of said prism n.

The axis y in FIG. 3 refers to the same axis as in FIG. 2. FIG. 3 shows the necessary form (Y and R) of the image surfaces of said optical system in order that said field of view shall be scanned without aberrations for various values of refractive index of said prism. Referring to FIG. 3 there are for every rotating angle ψ and every refractive index of said prism n, two values of x. The larger of said two values of x corresponds to the image surface 7, that is generated by the rays in the plane of the paper i.e. the x, y plane and forming small angles with the x-axis. The smaller value of x corresponds to the image surface 8, that is generated by the rays, which are parallel with the x-z plane and form small angles with the x-y plane.

It is apparent from FIG. 3 that the aberrations, which are caused by the prism, can be neutralized to a substantial degree by a suitable choice of image surface. In this way it is possible according to our invention to achieve very high resolution in the optical scanning.

It is preferable if the refractive index of said prism has a value between 3 and 6 for the wave lengths used. Said index of refraction having a value of about 4 is specially advantageous both for yielding a linear scan and for allowing a relatively plane image surface. This is pointed out in FIG. 2 and FIG. 3. As is also shown in FIG. 2 a larger index of refraction of said prism gives a greater length of scan.

The material of said prism must in our invention be transparent for radiation in the energy spectrum of interest and it is preferable if the sides of said prism are coated with suitable material in order to reduce reflections.

The entry area of the rays coming from said optical system for varying turning angles ψ does not extend near the corners of the prism in our invention which may therefore be rounded. This improves both the air resistance and the mechanical strength of the prism.

When said prism rotates and the scanning in the other direction is accomplished in said collecting optics the radiation energy responsive element 12 scans said field of view for various energy levels in such field. The output signals from said element are amplified and filtered and may be used to modulate the intensity of a moving spot on a cathode ray tube. The movement of said

Figura 25.1 Documentos de patentes de principios de la década de 1960

La empresa ha vendido más de 258,000 cámaras de infrarrojos en todo el mundo para diversas aplicaciones, como mantenimiento predictivo, I+D, pruebas no destructivas, control y automatización de procesos y visión de máquinas, entre otras muchas.

FLIR Systems tiene tres plantas de producción en Estados Unidos (Portland, Oregón; Boston, Massachusets y Santa Bárbara, California) y una en Suecia (Estocolmo). Desde 2007, también tenemos una planta de producción en Tallinn, Estonia. Las oficinas de venta directa en Alemania, Bélgica, Brasil, China, Corea, Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña, Hong Kong, Italia, Japón y Suecia, junto con una red mundial de agentes y distribuidores, proporcionan servicios a nuestro mercado de clientes internacionales.

FLIR Systems permanece a la vanguardia de la innovación en la industria de las cámaras de infrarrojos. Nos anticipamos a las exigencias del mercado mejorando constantemente las cámaras actuales y desarrollando nuevos modelos. La empresa ha establecido auténticos hitos en el diseño y desarrollo de los productos, como la introducción de la primera cámara portátil alimentada por batería para inspecciones industriales o la primera cámara de infrarrojos sin refrigeración, por mencionar únicamente algunas innovaciones.

Figura 25.2 IZQUIERDA: Thermovision modelo 661 de 1969. La cámara pesaba unos 25 kg, el osciloscopio 20 kg y el trípode 15 kg. El usuario también necesitaba un generador de 220 VCA y un recipiente de 10 litros con nitrógeno líquido. A la izquierda del osciloscopio se puede observar el accesorio Polaroid (6 kg). DERECHA: FLIR i7 de 2012. Peso: 0,34 kg incluida la batería.

FLIR Systems fabrica todos los componentes vitales (tanto mecánicos como electrónicos) de las cámaras sin recurrir a recursos externos. Desde el diseño de los detectores y la fabricación de las lentes y los sistemas electrónicos, hasta las pruebas finales y la calibración, nuestros propios ingenieros llevan a cabo todos los pasos del proceso de producción. La inmensa experiencia de estos especialistas en infrarrojos garantiza la precisión y fiabilidad de todos los componentes vitales que se montan en la cámara de infrarrojos.

25.1 Mucho más que una cámara de infrarrojos

En FLIR Systems somos conscientes de que nuestro trabajo consiste en ir aún más lejos y producir los mejores sistemas de cámaras de infrarrojos. Nos hemos comprometido a lograr que todos los usuarios de nuestros sistemas de cámaras de infrarrojos trabajen de forma más productiva, proporcionándoles la combinación más potente de cámaras y software. El software a medida para el mantenimiento preventivo, I+D y la supervisión de procesos se desarrolla en nuestras propias instalaciones. La mayoría de los programas de software están disponibles en muchos idiomas.

Ofrecemos una gran variedad de accesorios para todas nuestras cámaras de infrarrojos, a fin de que pueda adaptar su equipo a las aplicaciones de infrarrojos más exigentes.

25.2 Conocimiento compartido

Aunque nuestras cámaras han sido diseñadas para que resulten muy sencillas de utilizar, la termografía es mucho más que simplemente saber cómo manejar una cámara. Por lo tanto, FLIR Systems ha fundado el centro de formación sobre infrarrojos (ITC, del inglés Infrared Training Center), una unidad de negocio independiente que proporciona cursos de formación certificados. La participación en uno de los cursos del ITC proporciona una experiencia de formación de primera mano.

La plantilla del ITC también está ahí para proporcionarle toda la asistencia que necesite para llevar a la práctica toda la teoría sobre los infrarrojos.

25.3 Asistencia para nuestros clientes

FLIR Systems gestiona una red mundial de servicios para que su cámara funcione en todo momento. Si detecta algún problema con la cámara, los centros de servicio locales tienen todo el equipo y el conocimiento necesario para resolverlo en el menor tiempo posible. No tendrá que enviar su cámara al otro extremo del mundo ni hablar con alguien que no entienda su idioma.

25.4 Algunas imágenes de nuestras instalaciones

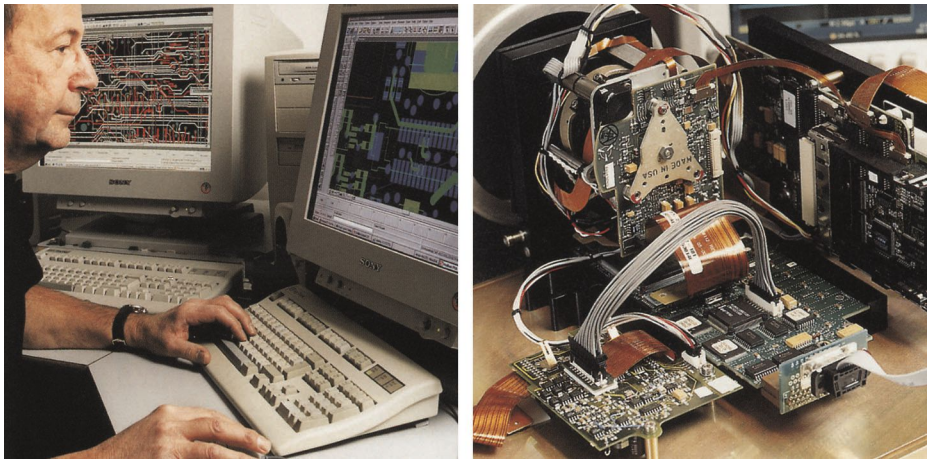


Figura 25.3 IZQUIERDA: desarrollo de sistemas electrónicos; DERECHA: pruebas de un detector de FPA

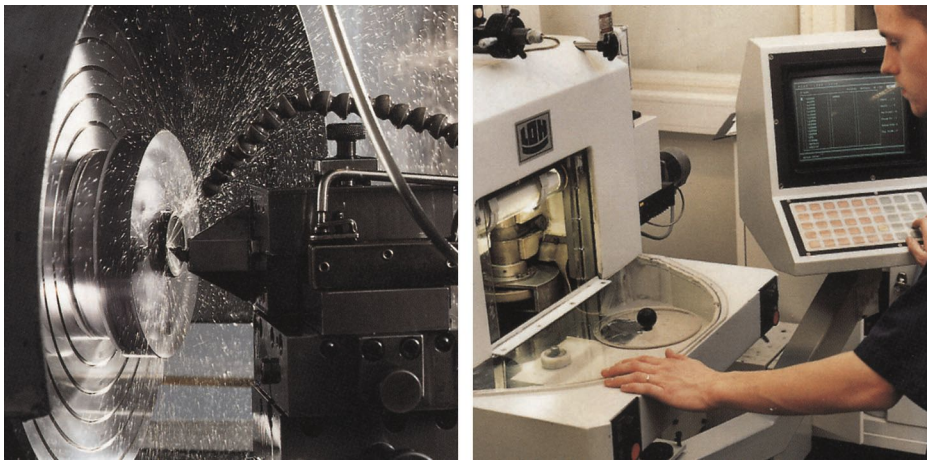


Figura 25.4 IZQUIERDA: máquina de procesamiento de diamantes; DERECHA: pulimentado de lentes

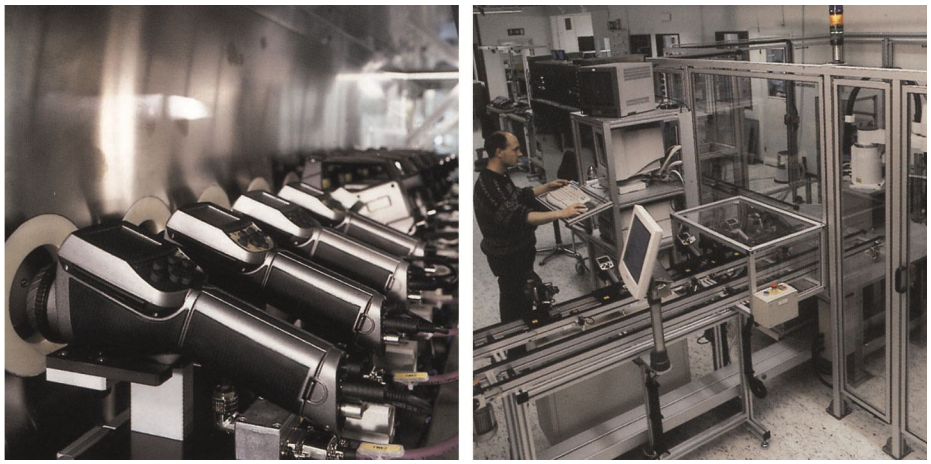


Figura 25.5 IZQUIERDA: pruebas de cámaras de infrarrojos en la cámara climática; DERECHA: robot para la prueba y calibración de las cámaras

26 Glosario

absorción	Cantidad de radiación absorbida por un objeto con respecto a la radiación recibida. Se expresa mediante un número comprendido entre 0 y 1.
ajuste automático	Función que permite a la cámara realizar una corrección interna de la imagen.
ajuste continuo	Función que se encarga de ajustar la imagen. Esta función opera permanentemente para ajustar continuamente el brillo y el contraste de acuerdo con el contenido de la imagen.
ajuste manual	Método para ajustar la imagen mediante el cambio manual de ciertos parámetros.
atmósfera	Gases presentes entre el objeto que se está midiendo y la cámara. Normalmente, se trata de aire.
autopaleta	La imagen de infrarrojos se representa mediante diversos colores, mostrando los objetos fríos y los calientes de forma simultánea.
campo	Intervalo de la escala de temperatura expresado normalmente como valor de una señal.
cavidad isotérmica	Radiador con forma de botella con una temperatura uniforme y que puede verse a través del cuello de la botella.
color de saturación	Las áreas con temperaturas situadas fuera de la configuración de nivel/campo aparecen coloreadas mediante colores de saturación. Entre los colores de saturación hay un color de "exceso" y un color de "defecto". También existe un tercer color rojo de saturación que marca todo como saturado y que indica que el intervalo debe cambiarse.
conducción	Fenómeno que hace que el calor se propague por un material.
convección	La convección es un modo de transferencia de calor que consiste en un fluido en movimiento (a causa de la gravedad u otra fuerza), que transfiere el calor de un lugar a otro.
corrección de imagen (interna o externa)	Método para compensar las diferencias de sensibilidad en las distintas partes de las imágenes en vivo, así como para estabilizar la cámara.
cuerpo gris	Objeto que emite una fracción fija de la cantidad de energía correspondiente a un cuerpo negro en cada longitud de onda.
cuerpo negro	Objeto que no refleja ninguna radiación. Toda la radiación que emite se debe a su propia temperatura.
diferencia de temperatura	Resultado de restar dos valores de temperatura.
emisividad	Cantidad de radiación procedente de un objeto con respecto a la de un cuerpo negro. Se expresa mediante un número comprendido entre 0 y 1.
emisión espectral	Cantidad de energía emitida por un objeto por unidad de tiempo, área y longitud de onda ($W/m^2/\mu m$).
emitancia	Cantidad de energía emitida por un objeto por unidad de tiempo y área (W/m^2).
energía de radiación	Cantidad de energía emitida por un objeto por unidad de tiempo (W).
energía radiada	Cantidad de energía emitida por un objeto por unidad de tiempo, área y ángulo ($W/m^2/sr$).

entorno	Objetos y gases que emiten radiación hacia el objeto que se está midiendo.
escala de temperatura	Forma en que se muestra una imagen de infrarrojos. Se expresa mediante dos valores de temperatura que limitan los colores.
filtro	Material transparente sólo en algunas longitudes de onda infrarrojas.
FOV	Siglas del inglés Field of view (campo de visión). Ángulo horizontal visible a través de una lente de infrarrojos.
FPA	Siglas del inglés Focal plane array (matriz de plano focal). Es un tipo de detector de infrarrojos.
humedad relativa	La humedad relativa representa la relación entre la masa de agua actual en el aire y el máximo que puede contener en condiciones de saturación.
IFOV	Siglas del inglés Instantaneous field of view (campo de visión instantáneo). Medida de la resolución geométrica de una cámara de infrarrojos.
infrarrojo	Radiación invisible con una longitud de onda de entre 2 y 13 µm.
intervalo	Límite de medida de temperatura global de una cámara de infrarrojos. Las cámaras pueden tener diversos intervalos. Se expresa mediante dos temperaturas de cuerpo negro que limitan la calibración.
intervalo de temperaturas	Límite de medida de temperatura global de una cámara de infrarrojos. Las cámaras pueden tener diversos intervalos. Se expresa mediante dos temperaturas de cuerpo negro que limitan la calibración.
IR	infrarrojo
isoterma	Función que resalta las partes de una imagen situadas por encima o por debajo de una temperatura, o bien entre uno o varios intervalos de temperatura.
isoterma doble	Isoterma con dos bandas de color en lugar de una.
isoterma transparente	Isoterma que muestra una propagación lineal de colores en lugar de cubrir las partes resaltadas de la imagen.
Láser LocatIR	Fuente de luz con alimentación eléctrica presente en la cámara que emite radiación láser mediante un haz fino y concentrado mediante el cual se puede apuntar a ciertas partes del objeto situado delante de la cámara.
NETD	Siglas del inglés Noise equivalent temperature difference (diferencia de temperatura equivalente al ruido). Medida del nivel de ruido de la imagen en una cámara de infrarrojos.
nivel	Valor central de la escala de temperatura expresado normalmente como valor de una señal.
paleta	Conjunto de colores utilizados para mostrar una imagen de infrarrojos.
parámetros de objeto	Conjunto de valores que describen las circunstancias en las que se ha realizado la medición de un objeto y el objeto en sí (como la emisividad, la temperatura aparente reflejada, la distancia, etc.).
puntero láser	Fuente de luz con alimentación eléctrica presente en la cámara que emite radiación láser mediante un haz fino y concentrado mediante el cual se puede apuntar a ciertas partes del objeto situado delante de la cámara.
píxel	Del inglés *picture element* (elemento de imagen). Se trata de un punto individual perteneciente a una imagen.

radiación	Fenómeno por el cual un objeto o un gas emite energía electromagnética.
radiador	Equipo de radiación infrarroja.
radiador de cavidad	Radiador con forma de botella cuyo interior es absorbente y que puede verse a través del cuello de la botella.
radiador de cuerpo negro	Equipo de radiación de infrarrojos con las propiedades de un cuerpo negro utilizado para calibrar las cámaras de infrarrojos.
ruido	Pequeña interferencia superflua de la imagen de infrarrojos.
señal de objeto	Valor sin calibrar relacionado con la cantidad de radiación recibida por la cámara desde el objeto.
temperatura de referencia	Temperatura con la que pueden compararse los valores medidos.
temperatura del color	Temperatura en la que el color de un cuerpo negro coincide con un color concreto.
termograma	Imagen de infrarrojos.
transmisión	Los gases y otros materiales pueden ser más o menos transparentes. La transmisión es la cantidad de radiación infrarroja que pasa a través de ellos. Se expresa mediante un número comprendido entre 0 y 1.
transmisión estimada	Valor de transmisión proporcionado por el usuario que reemplaza al calculado.
transmisión procesada	Valor de transmisión calculado a partir de la temperatura, la humedad relativa del aire y la distancia al objeto.
visual	Hace referencia al modo de vídeo de una cámara de infrarrojos por oposición al modo termográfico, que es el normal. Cuando una cámara se encuentra en el modo de vídeo, captura imágenes de vídeo normales, mientras que en el modo de infrarrojos se capturan imágenes termográficas.
índice de reflexión	Cantidad de radiación reflejada por un objeto con respecto a la radiación recibida. Se expresa mediante un número comprendido entre 0 y 1.
óptica externa	Lentes, filtros, escudos térmicos, etc. adicionales que se pueden colocar entre la cámara y el objeto que se está midiendo.

27 Técnicas de medida termográfica

27.1 Introducción

Una cámara de infrarrojos mide y toma imágenes de la radiación infrarroja emitida por un objeto. El hecho de que la radiación sea una función de la temperatura de la superficie del objeto permite a la cámara calcular y visualizar dicha temperatura.

Sin embargo, la radiación medida por la cámara no sólo depende de la temperatura del objeto, sino que además es una función de la emisividad. También se origina radiación en el entorno, la cual se refleja en el objeto. La radiación procedente del objeto y la radiación reflejada se verán influidas también por la absorción de la atmósfera.

Para medir la temperatura con precisión, es necesario compensar los efectos de diversas fuentes de radiación distintas. Este proceso lo realiza automáticamente la cámara. No obstante, es necesario proporcionar los siguientes parámetros del objeto a la cámara:

- La emisividad del objeto
- La temperatura aparente reflejada
- La distancia entre el objeto y la cámara
- La humedad relativa
- La temperatura de la atmósfera

27.2 Emisividad

El parámetro de objeto más importante que debe ajustarse correctamente es la emisividad, que, en pocas palabras, es una medida de la cantidad de radiación emitida por el objeto en comparación con la de un cuerpo negro perfecto de la misma temperatura.

Normalmente, los materiales del objeto, así como los tratamientos superficiales, presentan una emisividad que oscila aproximadamente entre 0,1 y 0,95. Una superficie extremadamente pulida (un espejo) se sitúa por debajo de 0,1, mientras que una superficie oxidada o pintada presenta una mayor emisividad. La pintura al óleo, independientemente del color del espectro visible, tiene una emisividad por encima de 0,9 en el infrarrojo. La emisividad de la piel humana está entre 0,97 y 0,98.

Los metales no oxidados representan un caso extremo de una opacidad perfecta y una enorme reflectividad, lo que no varía en gran medida con la longitud de onda. En consecuencia, la emisividad de los metales es baja y sólo aumenta con la temperatura. En el caso de los objetos no metálicos, la emisividad tiende a ser alta y disminuye con la temperatura.

27.2.1 Determinación de la emisividad de una muestra

27.2.1.1 Paso 1: determinación de la temperatura aparente reflejada

Utilice uno de los dos métodos siguientes para determinar la temperatura ambiente reflejada:

27.2.1.1.1 Método 1: método directo

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Busque posibles fuentes de reflexión, teniendo en cuenta que el ángulo de incidencia = ángulo de reflexión (a = b).

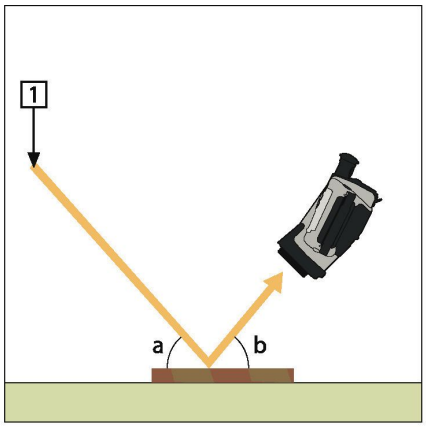


Figura 27.1 1 = origen de reflexión

2. Si el origen de la reflexión es un punto fijo, modifíquelo obstruyéndolo mediante un trozo de cartón.

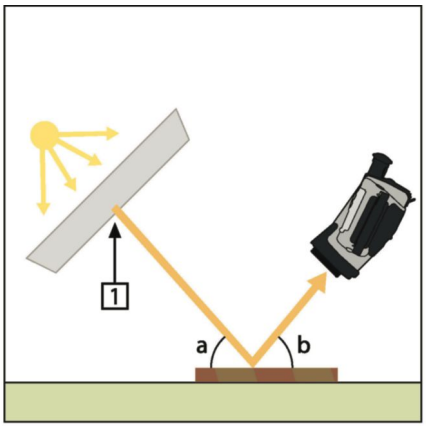


Figura 27.2 1 = origen de reflexión

3. Mida la intensidad de la radiación (= temperatura aparente) del origen de la reflexión con los siguientes parámetros:
   - Emisividad: 1,0
   - D_{obj}: 0

   Puede medir la intensidad de la radiación empleando uno de los dos métodos siguientes:

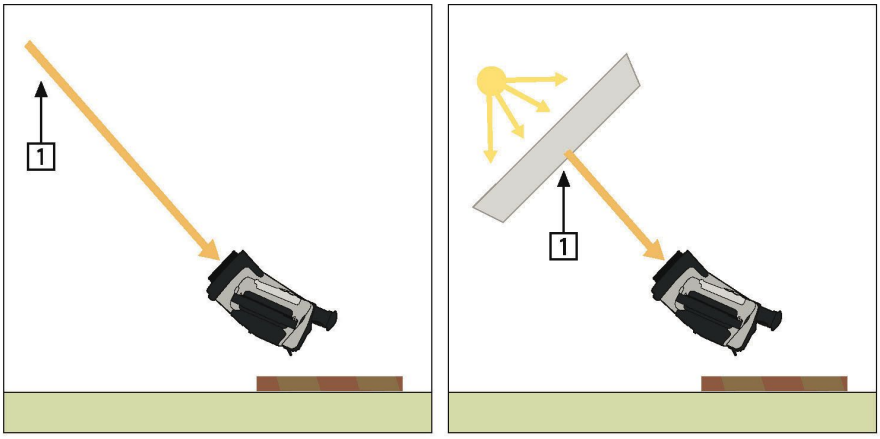


Figura 27.3 1 = origen de reflexión

NOTA
No es recomendable utilizar un termopar para medir la temperatura aparente reflejada por dos motivos importantes:
- Un termopar no mide la intensidad de la radiación.
- Un termopar requiere un contacto térmico muy bueno con la superficie, normalmente pegando y cubriendo el sensor con un aislante térmico.

27.2.1.1.2 Método 2: método de reflector

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Haga una bola con un gran trozo de papel de aluminio.
2. Deshaga la bola de papel de aluminio y pegue el papel en un trozo de cartón del mismo tamaño.
3. Coloque el cartón delante del objeto que desee medir. Asegúrese de que el lado con el papel de aluminio mire hacia la cámara.
4. Establezca un valor de emisividad de 1,0.
5. Mida la temperatura aparente del papel de aluminio y anótela.

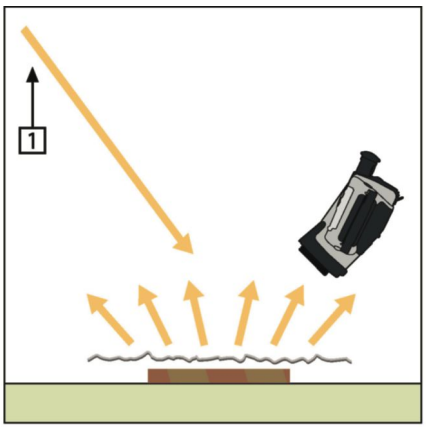


Figura 27.4 Medición de la temperatura aparente del papel de aluminio.

27.2.1.2 Paso 2: determinación de la emisividad

Lleve a cabo el siguiente procedimiento:

1. Seleccione un lugar en el que colocar la muestra.
2. Determine y establezca la temperatura aparente reflejada según el procedimiento anterior.
3. Coloque en la muestra un trozo de cinta aislante cuya elevada emisividad le sea conocida.
4. Caliente la muestra al menos a 20 K sobre la temperatura ambiente. Debe calentarla de forma razonablemente regular.
5. Enfoque y ajuste automáticamente la cámara y congele la imagen.
6. Ajuste las opciones *Nivel* y *Campo* para obtener niveles de brillo y contraste óptimos en las imágenes.
7. Establezca una emisividad similar a la de la cinta (normalmente 0,97).
8. Mida la temperatura de la cinta utilizando una de las siguientes funciones de medida:
   - *Isoterma* (permite determinar tanto la temperatura como el grado de regularidad al calentar la muestra).
   - *Punto* (más simple).
   - *Cuadro Med.* (apropiada para superficies con emisividad variable).
9. Anote la temperatura.
10. Mueva la función de medida a la superficie de la muestra.
11. Cambie el valor de emisividad hasta que lea la misma temperatura que en la medida anterior.
12. Anote la emisividad.

NOTA

- Evite forzar la convección.
- Busque un entorno térmico estable que no genere reflexiones de puntos.
- Utilice cinta de gran calidad, que sepa que no es transparente y de la que conozca su emisividad y sea elevada.
- Este método presupone que la temperatura de la cinta y la de la superficie de muestra son idénticas. Si no lo son, la medición de la emisividad será errónea.

27.3 Temperatura aparente reflejada

Este parámetro se utiliza para compensar la radiación reflejada en el objeto. Si la emisividad es baja y la temperatura del objeto está relativamente alejada de la reflejada, es importante establecer la temperatura aparente reflejada y compensarla correctamente.

27.4 Distancia

Por distancia entendemos la que existe entre el objeto y la lente frontal de la cámara. Este parámetro se utiliza para compensar los dos hechos siguientes:

- La radiación del objeto es absorbida por la atmósfera entre el objeto y la cámara.
- La radiación de la propia atmósfera es detectada por la cámara.

27.5 Humedad relativa

La cámara también puede compensar el hecho de que el índice de transmisión depende en parte de la humedad relativa de la atmósfera. Para ello, establezca el valor correcto de humedad relativa. Generalmente, para distancias cortas y humedad normal, la humedad relativa puede permanecer con el valor predeterminado del 50%.

27.6 Otros parámetros

Además, algunas cámaras y programas de análisis de FLIR Systems permiten compensar los parámetros siguientes.

- Temperatura atmosférica, *es decir*, la temperatura de la atmósfera entre la cámara y el objeto.

- Temperatura de la óptica externa, *es decir*, la temperatura de las lentes o ventanas externas utilizadas delante de la cámara.
- Transmitancia de la óptica externa, *es decir*, la transmisión de las lentes o ventanas externas utilizadas delante de la cámara.

28 Historia de la tecnología de infrarrojos

Antes del año 1800, ni siquiera se sospechaba la existencia de la región infrarroja del espectro electromagnético. La importancia original del espectro infrarrojo (al que suele hacerse referencia simplemente como "los infrarrojos") como forma de radiación calorífica es probablemente menos obvia hoy en día que en la época de su descubrimiento por parte de Herschel, en 1800.

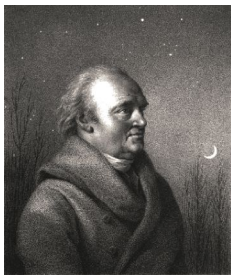


Figura 28.1 Sir William Herschel (1738–1822)

El descubrimiento fue accidental y se produjo durante la investigación de un nuevo material óptico. Sir William Herschel, astrónomo real del rey Jorge III de Inglaterra y ya famoso anteriormente por haber descubierto el planeta Urano, estaba investigando con el fin de encontrar un material para filtros ópticos que lograse reducir el brillo de la imagen del sol en los telescopios al realizar observaciones solares. Al probar diferentes muestras de cristales de colores que proporcionaban similares reducciones del brillo, le llamó la atención descubrir que algunas de las muestras dejaban pasar muy poco calor solar, mientras que otras dejaban pasar tanto calor que podrían producir daños oculares tras unos pocos segundos de observación.

De inmediato, Herschel se dio cuenta de la necesidad de realizar un experimento sistemático, con el fin de descubrir un material que proporcionase la reducción deseada del brillo y al mismo tiempo la máxima reducción posible del calor. Empezó el experimento repitiendo el experimento de prismas de Newton, pero buscando el efecto calorífico en lugar de la distribución visual de la intensidad en el espectro. Al principio oscureció el bulbo de un termómetro de mercurio con tinta y, utilizándolo como detector de radiación, procedió a probar el efecto calorífico de los diferentes colores del espectro que se formaban encima de una mesa haciendo pasar la luz del sol a través de un prisma de cristal. Otros termómetros, colocados fuera del alcance de los rayos del sol, servían como controles.

A medida que el termómetro oscurecido se movía lentamente por los colores del espectro, las lecturas de las temperaturas mostraban un incremento fijo desde el extremo violeta hasta el rojo. Esto no era especialmente sorprendente, ya que el investigador italiano Landriani había observado exactamente el mismo efecto en un experimento similar realizado en 1777. No obstante, fue Herschel el primero en darse cuenta de que debía haber un punto en el que el efecto calorífico llegase al máximo y que las medidas confinadas a la parte visible del espectro no mostraban este punto.

Figura 28.2 Marsilio Landriani (1746–1815)

Al mover el termómetro en la región oscura, más allá del extremo rojo del espectro, Herschel confirmó que el calor seguía aumentando. El punto máximo, cuando lo encontró, estaba mucho más allá del extremo rojo, dentro de la región que hoy conocemos como "longitudes de onda infrarrojas".

Cuando Herschel reveló su descubrimiento, denominó a esta nueva región del espectro electromagnético "espectro termométrico". A veces hizo referencia a la propia radiación como "calor oscuro" o simplemente "los rayos invisibles". Irónicamente y contradiciendo la opinión popular, no fue Herschel el que acuñó el término "infrarrojo". Esta palabra sólo empezó a utilizarse en documentos impresos unos 75 años después, y su creador aún permanece en el anonimato.

El que Herschel utilizara cristal en los prismas de su experimento original provocó cierta controversia inicial con algunos de sus contemporáneos acerca de la existencia real de las longitudes de onda infrarrojas. Diferentes investigadores, intentando confirmar la validez de su trabajo, utilizaron diferentes tipos de cristal de forma indiscriminada, obteniendo diferentes transparencias en los infrarrojos. En sus experimentos posteriores, Herschel observó la transparencia limitada del cristal a la radiación térmica recién descubierta, y llegó a la conclusión de que las lentes utilizadas para los infrarrojos debían ser forzosamente elementos reflectantes (espejos curvos y lisos). Afortunadamente, en 1830 se descubrió que esto no era cierto, cuando el investigador italiano Melloni realizó su gran descubrimiento: la sal de roca (NaCl), que estaba disponible en cristales naturales lo suficientemente grandes para hacer lentes y prismas, es considerablemente transparente a los infrarrojos. La consecuencia fue que la sal de roca se convirtió en el principal material óptico para los infrarrojos, y continuó siéndolo durante los 100 años siguientes, hasta que se dominó el arte de la creación de cristal sintético en los años 30.

Figura 28.3 Macedonio Melloni (1798–1854)

Los termómetros fueron los únicos medidores de radiación hasta 1829, año en el que Nobili inventó el termopar. (El termómetro de Herschel podía medir solamente hasta 0,2 °C y los modelos posteriores podían hacerlo hasta 0,05 °C.) Posteriormente se produjo un gran descubrimiento: Melloni conectó varios termopares en serie para crear la primera termopila. El nuevo dispositivo era al menos 40 veces más sensible a la radiación calorífica que el mejor termómetro del momento. Era capaz de detectar el calor de una persona a una distancia de 3 metros.

La captura de la primera "imagen de calor" se hizo posible en 1840, como resultado del trabajo de Sir John Herschel, hijo del descubridor de los infrarrojos y famoso astrónomo por méritos propios. Basándose en la diferente evaporación de una fina capa de aceite al exponerla a un patrón de calor enfocado hacia ella, la imagen térmica podía verse gracias a la luz reflejada en los lugares en los que los efectos de interferencia de la capa de aceite hacían que la imagen fuese visible para el ojo humano. Sir John también consiguió obtener un registro primitivo de la imagen térmica en papel y lo llamó "termografía".

Figura 28.4 Samuel P. Langley (1834–1906)

Las mejoras en la sensibilidad de los detectores de infrarrojos fueron sucediéndose lentamente. Otro descubrimiento de gran importancia, realizado por Langley en 1880, fue la invención del bolómetro. Éste consistía en una delgada tira de platino oscurecido conectada a uno de los brazos de un puente de Wheatstone sobre la que se enfocaba la radiación infrarroja y a la que respondía un galvanómetro sensible. En teoría, este instrumento era capaz de detectar el calor de una vaca a una distancia de 400 metros.

Un científico inglés, Sir James Dewar, fue el primero en utilizar gases líquidos como agentes enfriadores (por ejemplo, nitrógeno líquido con una temperatura de -196 °C) en investigaciones a bajas temperaturas. En 1892 inventó un revolucionario contenedor aislante de vacío que permitía almacenar gases en estado líquido durante varios días. Los "termos" normales de hoy en día, que suelen utilizarse para conservar bebidas frías o calientes, están basados en su descubrimiento.

Entre los años 1900 y 1920, los inventores del mundo "descubrieron" los infrarrojos. Se crearon muchas patentes de dispositivos para detectar personas, artillería, aviones, barcos e incluso icebergs. Los primeros sistemas que funcionaban en el sentido moderno comenzaron a desarrollarse durante la guerra de 1914 a 1918, cuando ambos bandos tenían programas de investigación dedicados a las aplicaciones militares de los infrarrojos. Estos programas incluían sistemas experimentales para la detección de intrusiones del enemigo, sensores de temperatura remotos, comunicaciones seguras y "torpedos aéreos" guiados. Un sistema de búsqueda por infrarrojos probado durante esta época fue capaz de detectar un avión aproximándose a una distancia de 1,5 km y una persona a una distancia de más de 300 metros.

Los sistemas más sensibles hasta la fecha estaban basados en variaciones sobre la idea del bolómetro, pero el período de entreguerras fue testigo del desarrollo de dos nuevos detectores de infrarrojos revolucionarios: el conversor de imágenes y el detector de fotones. Al principio, el conversor de imágenes fue el que más atención recibió por parte de los militares, ya que por vez primera en la historia permitía a un observador ver en la oscuridad literalmente. Sin embargo, la sensibilidad del conversor de imágenes estaba limitada a las longitudes de onda infrarrojas más cercanas y los objetivos militares más interesantes, por ejemplo los soldados enemigos, tenían que ser iluminados por haces infrarrojos de búsqueda. Dado que esto implicaba el riesgo de delatar la posición del observador a un observador enemigo con un equipo similar, es comprensible que el interés militar en el conversor de imágenes fuera reduciéndose progresivamente.

Las desventajas tácticas para los militares de los llamados sistemas térmicos de imagen "activos" (es decir, equipados con un haz de búsqueda) proporcionaron un cierto impulso después de la guerra de 1939 a 1945 a programas de investigación militar secretos y más ambiciosos, que tenían el objetivo de desarrollar sistemas "pasivos" (sin haz de búsqueda) tomando como base el extremadamente sensible detector de fotones. Durante este período, las normativas sobre los secretos militares evitaban por completo que se revelase el estado de la tecnología de imágenes infrarrojas. Este secretismo sólo empezó a desaparecer a mediados de los 50, y desde ese momento la ciencia y la industria civil empezaron a tener a su disposición dispositivos de imágenes térmicas adecuados para sus necesidades.

29 Teoría de la termografía

29.1 Introducción

Los temas de la radiación infrarroja y la técnica relacionada de la termografía son nuevos para muchos de los que utilizarán una cámara de infrarrojos. En esta sección encontrará la teoría en la que se apoya la termografía.

29.2 El espectro electromagnético

El espectro electromagnético se divide arbitrariamente en diversas zonas con distintas longitudes de onda llamadas *bandas*, que se distinguen por los métodos utilizados para producir y detectar la radiación. No existen diferencias fundamentales entre la radiación de las distintas bandas del espectro electromagnético. Todas ellas están regidas por las mismas leyes y las únicas diferencias son las debidas a las diferencias en la longitud de la onda.

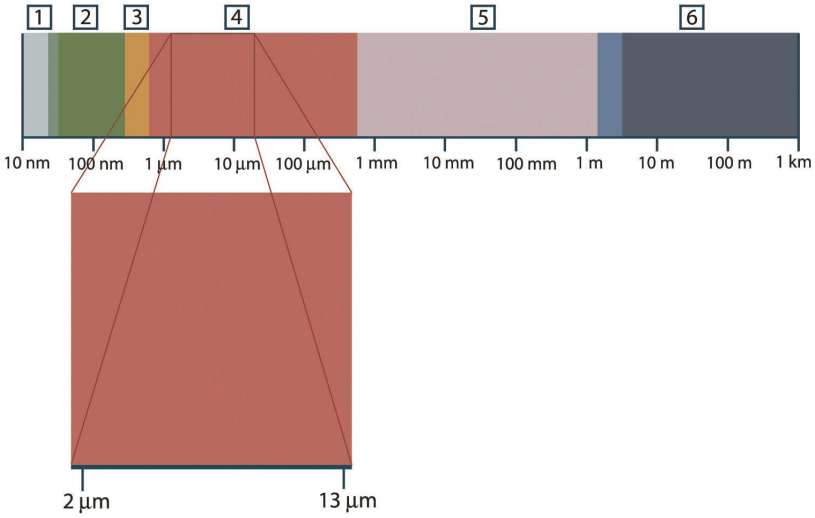


Figura 29.1 El espectro electromagnético. 1: rayos X. 2: UV. 3: visible. 4: IR. 5: microondas. 6: ondas de radio.

La termografía utiliza la banda espectral del infrarrojo. En el extremo de la longitud de onda corta, la frontera se encuentra en el límite de la percepción visual, en el rojo profundo. En el extremo de la longitud de onda larga, se funde con las longitudes de onda de radio de microondas, en el intervalo del milímetro.

Con frecuencia, la banda del infrarrojo se subdivide en cuatro bandas menores cuyos límites son igualmente arbitrarios. Se trata de: la *infrarroja cercana* (0,75–3 µm), la *infrarroja media* (3–6 µm), la *infrarroja lejana* (6–15 µm) y la *infrarroja extrema* (15–100 µm). Aunque las longitudes de onda se expresan en micrómetros (µm), a menudo se siguen utilizando otras unidades para medir la longitud de onda de esta región del espectro como, *por ejemplo*, el nanómetro (nm) y el ángstrom (Å).

La relación entre las diferentes medidas de la longitud de onda es:

$$10\ 000\ \text{Å} = 1\ 000\ \text{nm} = 1\ \mu = 1\ \mu\text{m}$$

29.3 Radiación de un cuerpo negro

Un cuerpo negro se define como un objeto que absorbe toda la radiación que incide sobre él con cualquier longitud de onda. La aparente contradicción de llamar *negro* a un objeto que emite radiación se explica mediante la Ley de Kirchhoff (llamada así en honor a *Gustav Robert Kirchhoff*, 1824–1887), que establece que un cuerpo capaz de absorber toda la radiación en cualquier longitud de onda es igualmente capaz de emitirla.

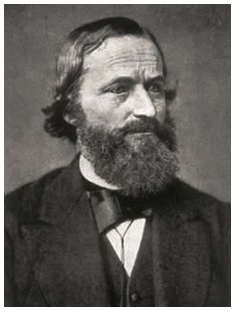


Figura 29.2 Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887)

La construcción de una fuente de cuerpo negro es, en principio, muy simple. Las características de la radiación de una abertura en una cavidad isotérmica formada por un material opaco absorbente equivalen casi exactamente a las propiedades de un cuerpo negro. Una aplicación práctica del principio de la construcción de un absorbente perfecto de la radiación consiste en una caja hermética a la luz, excepto por una abertura en una de sus caras. Cualquier radiación que penetre por el orificio es filtrada y absorbida por las reflexiones repetidas, de forma que únicamente puede escapar una fracción infinitesimal. La negrura obtenida en la abertura es casi igual a un cuerpo negro y casi perfecta para todas las longitudes de onda.

Al dotar a dicha cavidad isotérmica con un calentador adecuado, se convierte en lo que se conoce como *radiador de cavidad*. Una cavidad isotérmica calentada a una temperatura uniforme genera radiación de cuerpo negro, cuyas características se definen únicamente por la temperatura de la cavidad. Dichos radiadores de cavidad se utilizan normalmente como fuentes de radiación en normas de referencia de temperatura en los laboratorios de calibración de instrumental termográfico como, por ejemplo, las cámaras de FLIR Systems.

Si la temperatura de la radiación del cuerpo negro aumenta por encima de 525 °C, la fuente comienza a ser visible, de forma que deja de ser negra para el ojo humano. Ésta es la temperatura incipiente del rojo del radiador, que posteriormente se convierte en naranja o amarillo a medida que la temperatura aumenta. De hecho, la definición de la llamada *temperatura de incandescencia* de un objeto es la temperatura a la que un cuerpo negro tendría que calentarse para alcanzar el mismo aspecto.

Pasemos ahora a considerar tres expresiones que describen la radiación emitida por un cuerpo negro.

29.3.1 Ley de Planck

Figura 29.3 Max Planck (1858–1947)

Max Planck (1858–1947) describió la distribución espectral de la radiación de un cuerpo negro mediante la siguiente fórmula:

$$W_{\lambda b} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left(e^{hc/\lambda kT} - 1\right)} \times 10^{-6} [Watt / m^2, \mu m]$$

donde:

$W_{\lambda b}$	Emitancia radiante espectral del cuerpo negro con una longitud de onda de λ.
c	Velocidad de la luz = 3×10^8 m/s
h	Constante de Planck = $6{,}6 \times 10^{-34}$ J/s.
k	Constante de Boltzmann = $1{,}4 \times 10^{-23}$ J/K.
T	Temperatura absoluta (K) de un cuerpo negro.
λ	Longitud de onda (µm).

NOTA
Se utiliza el factor 10^{-6}, dado que la emitancia espectral de las curvas se expresa en W/m², µm.

Al plasmarla en gráficos para diversas temperaturas, la fórmula de Planck produce una familia de curvas. Siguiendo cualquier curva concreta de Planck, la emitancia espectral es cero cuando λ = 0; posteriormente aumenta rápidamente hasta un máximo cuando la longitud de onda es λ_{max} y, superado este punto, se aproxima al cero de nuevo con longitudes de onda muy largas. Cuanto más elevada es la temperatura, más corta es la longitud de onda a la que se establece el punto máximo.

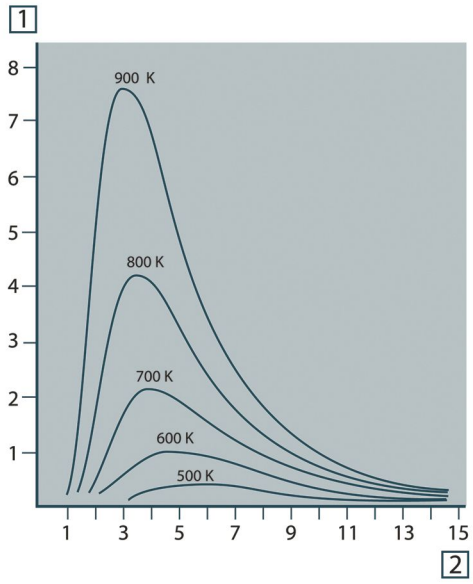


Figura 29.4 Emitancia radiante espectral de un cuerpo negro de acuerdo con la ley de Planck en forma de gráfico para varias temperaturas absolutas. 1: emitancia radiante espectral (W/cm² × 10³(µm)); 2: longitud de onda (µm)

29.3.2 Ley de desplazamiento de Wien

Al diferenciar la fórmula de Planck con respecto a λ, y hallando el máximo, se obtiene lo siguiente:

$$\lambda_{max} = \frac{2898}{T} [\mu m]$$

Esta es la fórmula de Wien (en honor a *Wilhelm Wien*, 1864–1928), que expresa matemáticamente la observación normal de que los colores varían del rojo al naranja o

amarillo a medida que aumenta la temperatura de un radiante térmico. La longitud de onda del color es la misma que la longitud de onda calculada para λ_{max}. Una buena aproximación al valor de λ_{max} para una temperatura dada de un cuerpo negro se obtiene aplicando la regla general 3.000/T µm. De este modo, una estrella muy caliente como es Sirio (11.000 K), que emite una luz blanca azulada, emite radiación con el pico de su emitancia radiante espectral dentro del espectro ultravioleta invisible, a una longitud de onda de 0,27 µm.

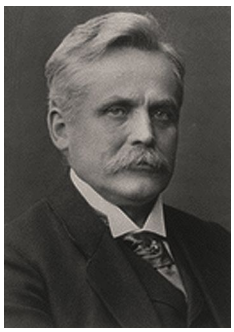


Figura 29.5 Wilhelm Wien (1864–1928)

El sol (aproximadamente 6.000 K) emite una luz amarilla, y su pico se sitúa en aproximadamente 0,5 µm, en el centro del espectro de la luz visible.

A temperatura ambiente (300 K), el pico de emitancia radiante se sitúa en 9,7 µm, en el infrarrojo lejano, mientras que a la temperatura del nitrógeno líquido (77 K), el máximo de una cantidad casi insignificante de emitancia de radiación se produce a 38 µm, en las longitudes de onda del infrarrojo extremo.

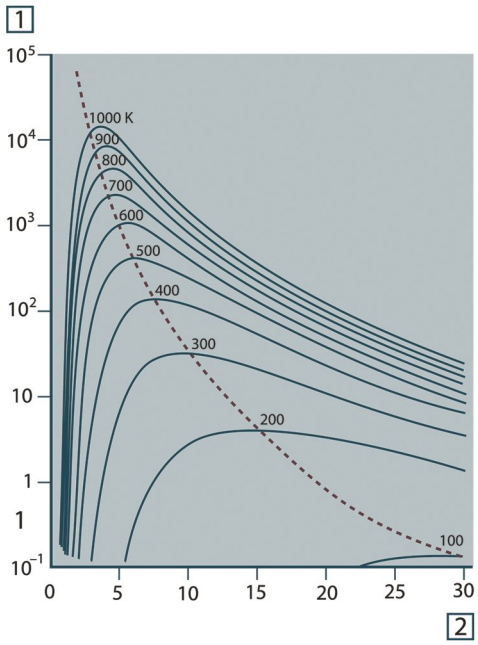


Figura 29.6 Curvas de Planck trazadas sobre escalas marcadas desde 100 K a 1.000 K. La línea de puntos representa el lugar de máxima emitancia radiante para cada temperatura, según lo descrito por la ley de desplazamiento de Wien. 1: emitancia radiante espectral (W/cm² (µm)); 2: longitud de onda (µm).

29.3.3 Ley de Stefan-Boltzmann

Al integrar la fórmula de Planck desde $\lambda = 0$ a $\lambda = \infty$, obtenemos la emitancia radiante total (W_b) de un cuerpo negro:

$$W_b = \sigma T^4 \ [\mathrm{Watt/m^2}]$$

Se trata de la fórmula de Stefan-Boltzmann (en honor a *Josef Stefan*, 1835–1893 y *Ludwig Boltzmann*, 1844–1906), que establece que la radiancia intrínseca de un cuerpo negro es proporcional a la cuarta potencia de su temperatura absoluta. Gráficamente, W_b representa el área por debajo de la curva de Planck para una temperatura dada. Puede verse que la emitancia radiante en el intervalo de $\lambda = 0$ a λ_{max} es únicamente el 25% del total, lo que representa aproximadamente la cantidad de radiación del sol que permanece dentro del espectro de luz visible.

Figura 29.7 Josef Stefan (1835–1893) y Ludwig Boltzmann (1844–1906)

Utilizando la fórmula de Stefan-Boltzmann para calcular la potencia radiada por el cuerpo humano, a una temperatura de 300 K y con un área de superficie externa de aproximadamente 2 m², obtenemos 1 kW. Esta pérdida de energía no podría sostenerse si no fuera por la absorción compensatoria de radiación de las superficies circundantes, a temperaturas ambiente que no varíen de forma muy drástica de la temperatura del cuerpo humano o, por supuesto, por la adición de ropa.

29.3.4 Emisores que no constituyen cuerpos negros

Hasta el momento, sólo se ha hablado de los radiadores de cuerpo negro y de su radiación. Sin embargo, los objetos reales casi nunca cumplen estas leyes en una zona de longitud de onda amplia, si bien pueden aproximarse al comportamiento de un cuerpo negro en ciertos intervalos espectrales. Por ejemplo, la pintura blanca parece perfectamente *blanca* en el espectro visible de la luz, pero pasa a ser visiblemente *gris* a aproximadamente 2 µm y, superados los 3 µm, es casi *negra*.

Existen tres procesos que pueden producirse y que evitan que un objeto real se comporte como un cuerpo negro: una fracción de la radiación incidente α puede absorberse, otra fracción ρ puede reflejarse y una última fracción τ puede transmitirse. Debido a que todos estos factores dependen de la longitud de onda en mayor o menor medida, se utiliza el subíndice λ para denotar la dependencia espectral de sus definiciones. Por tanto:

- La absorbancia espectral α_λ = la proporción de energía radiante espectral absorbida por un objeto con respecto a la que incide sobre él.
- El factor espectral de reflexión ρ_λ = la proporción de la energía radiante espectral reflejada por un objeto con respecto a la que incide sobre él.
- La transmitancia espectral τ_λ = la proporción de la energía radiante espectral transmitida a través de un objeto con respecto a la que incide sobre él.

La suma de estos tres factores debe siempre coincidir con el total, en cualquier longitud de onda, de forma que tenemos la relación:

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda + \tau_\lambda = 1$$

Para materiales opacos $\tau_\lambda = 0$ y la relación se simplifica a:

$$\varepsilon_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

Existe otro factor, llamado emisividad, que es necesario para describir la fracción ε de la emitancia radiante de un cuerpo negro producida por un objeto a una temperatura específica. Así, tenemos la definición:

La emisividad espectral ε_λ = la proporción de la energía radiante espectral de un objeto con respecto a la de un cuerpo negro a la misma temperatura y longitud de onda.

Expresado matemáticamente, este concepto de la proporción de la emitancia espectral del objeto con respecto a la de un cuerpo negro puede expresarse como:

$$\varepsilon_\lambda = \frac{W_{\lambda o}}{W_{\lambda b}}$$

En general, existen tres tipos de fuentes de radiación que se distinguen por la forma en que sus respectivas emitancias espectrales varían con la longitud de onda.

- Un cuerpo negro, en el que $\varepsilon_\lambda = \varepsilon = 1$
- Un cuerpo gris, en el que $\varepsilon_\lambda = \varepsilon$ = siempre menor que 1.
- Un radiador selectivo, en el que ε varía con la longitud de onda.

De acuerdo con la ley de Kirchhoff, para cualquier material la emisividad espectral y la absorbancia espectral de un cuerpo son iguales a cualquier temperatura y longitud de onda especificadas. Esto es:

$$\varepsilon_\lambda = \alpha_\lambda$$

De aquí se obtiene que, para un material opaco (ya que $\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$):

$$\varepsilon_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

Para materiales muy pulidos ε_λ se aproxima a cero, de forma que para un material totalmente reflectante (*es decir*, un espejo perfecto) tenemos:

$$\rho_\lambda = 1$$

Para un radiante de cuerpo gris, la fórmula de Stefan-Boltzmann se convierte en:

$$W = \varepsilon \sigma T^4 \, [\mathrm{Watt/m^2}]$$

Esto establece que la emisividad total de un cuerpo gris es la misma que la de un cuerpo negro a la misma temperatura reducida en proporción al valor de ε del cuerpo gris.

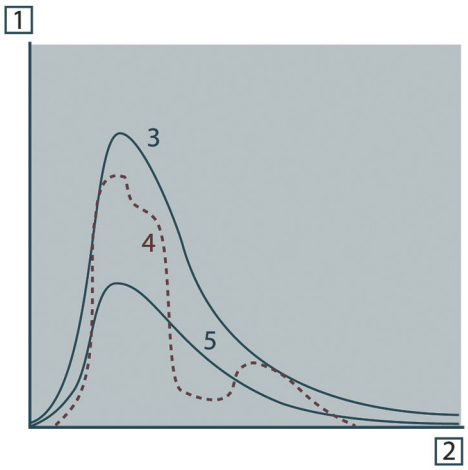


Figura 29.8 Emitancia radiante espectral de tres tipos de radiadores. 1: emitancia radiante espectral; 2: longitud de onda; 3: cuerpo negro; 4: radiador selectivo; 5: cuerpo gris.

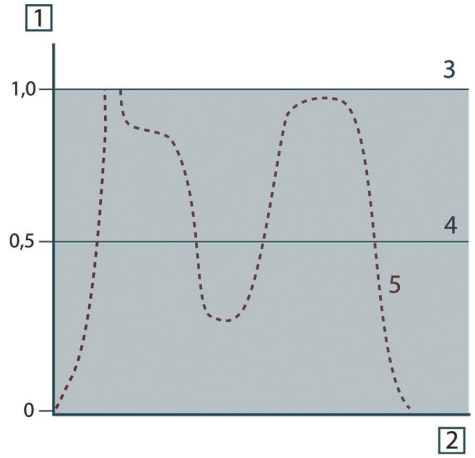


Figura 29.9 Emisividad espectral de tres tipos de radiadores. 1: emisividad espectral; 2: longitud de onda; 3: cuerpo negro; 4: cuerpo gris; 5: radiador selectivo.

29.4 Materiales semitransparentes al infrarrojo

Consideremos un cuerpo no metálico semitransparente, como una plancha plana y gruesa de material plástico. Cuando la plancha se calienta, la radiación generada dentro de su volumen debe buscar salida hacia las superficies a través del material en el cual queda absorbida parcialmente. Es más, al llegar a la superficie, parte es reflejada al interior de nuevo. La radiación retrorreflejada de nuevo se absorbe parcialmente, pero parte alcanza la otra superficie a través de la cual escapa la mayor parte, si bien parte de ella se retrorrefleja de nuevo. Aunque las reflexiones progresivas son cada vez más débiles, al calcular la emitancia total de la plancha deben sumarse todas. Cuando se suman las series geométricas resultantes, la emisividad efectiva de una plancha semitransparente se obtiene de la forma siguiente:

$$\varepsilon_\lambda = \frac{(1-\rho_\lambda)(1-\tau_\lambda)}{1-\rho_\lambda\tau_\lambda}$$

Cuando la plancha es opaca, esta fórmula se reduce a la fórmula simple:

$$\varepsilon_\lambda = 1-\rho_\lambda$$

Esta última relación es particularmente útil, ya que a menudo es más fácil medir la reflectancia que medir la emisividad directamente.

30 La fórmula de medición

Como ya hemos mencionado, al visualizar un objeto la cámara no sólo recibe radiación del propio objeto. También recibe radiación del entorno, ya que ésta se refleja en la superficie del objeto. Ambas se ven atenuadas en cierta medida por la atmósfera que se encuentra en la ruta de medición. Debido a ello, se puede considerar que de la propia atmósfera proviene una tercera radiación.

Esta descripción de la situación de medición, tal y como se muestra en la imagen siguiente, es bastante fiel de las condiciones reales. Los elementos omitidos podrían ser por ejemplo rayos de luz solar distribuidos en la atmósfera o radiación perdida procedente de alguna intensa fuente de radiación situada fuera del campo visual. Las interferencias de este tipo son difíciles de cuantificar aunque, afortunadamente, en la mayor parte de los casos son lo bastante pequeñas para que puedan omitirse. En caso de que sea imposible omitirlas, la configuración de las mediciones hará que el riesgo de interferencias sea obvio, al menos para un usuario experimentado. En ese caso es responsabilidad del usuario modificar la situación de las mediciones para evitar interferencias, por ejemplo cambiando la dirección de visualización, bloqueando las fuentes de radiación intensas, etc.

Si aceptamos la descripción anterior, podemos utilizar la figura siguiente para extrapolar una fórmula que nos permita calcular la temperatura del objeto a partir de los resultados obtenidos con una cámara calibrada.

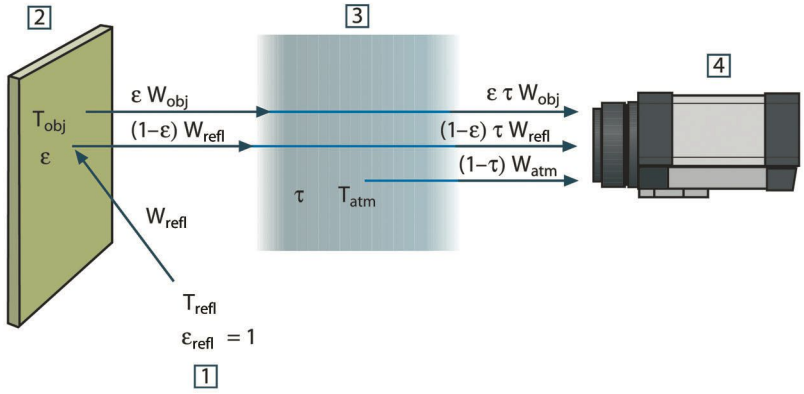


Figura 30.1 Representación esquemática de la situación 1 de medición termográfica.1: Entorno; 2: Objeto; 3: Atmósfera; 4: Cámara

Asumiendo que la energía de radiación recibida W de una fuente de temperatura de cuerpo negro T_{source} en una distancia corta genere una señal de salida de la cámara U_{source} proporcional a la potencia de entrada (cámara de potencia lineal), podemos formular la ecuación 1:

$$U_{source} = CW(T_{source})$$

O bien, de forma simplificada:

$$U_{source} = CW_{source}$$

(Donde C es una constante.)

Si la fuente es un cuerpo gris con una emitancia ε, la radiación recibida sería εW_{source}.

Ahora estamos listos para escribir los tres términos de potencia de radiación definidos:

1. *Emisión del objeto* = $\varepsilon\tau W_{obj}$, donde ε es la emitancia del objeto y τ es la transmitancia de la atmósfera. La temperatura del objeto es T_{obj}.

2. *Emisión reflejada desde fuentes del entorno* = $(1 - \varepsilon)\tau W_{refl}$, donde $(1 - \varepsilon)$ es la reflectancia del objeto. La temperatura de las fuentes del entorno es T_{refl}.
   Hemos asumido que la temperatura T_{refl} es la misma para todas las superficies emisoras dentro de una semiesfera vista desde un punto de la superficie del objeto. Por supuesto, en algunos casos esto puede ser una simplificación de la situación real. No obstante, es una simplificación necesaria para obtener una fórmula que funcione y además, a T_{refl} se le puede dar un valor (al menos en teoría) que represente una temperatura eficaz en un entorno complejo.

   Téngase en cuenta también que hemos asumido que la emitancia del entorno = 1. Esto es correcto según la ley de Kirchhoff: toda radiación que incida en las superficies del entorno irá siendo absorbida por las propias superficies. Por lo tanto, la emitancia = 1. (Aún así, hay que tener en cuenta que la última afirmación requiere para cumplirse que se considere una esfera completa alrededor del objeto.)
3. *Emisión desde la atmósfera* = $(1 - \tau)\tau W_{atm}$, donde $(1 - \tau)$ es la emitancia de la atmósfera. La temperatura de la atmósfera es T_{atm}.

Ahora podemos escribir la potencia total de la radiación recibida (ecuación 2):

$$W_{tot} = \varepsilon\tau W_{obj} + (1 - \varepsilon)\tau W_{refl} + (1 - \tau) W_{atm}$$

Si multiplicamos cada término por la constante C de la ecuación 1 y sustituimos los productos CW por sus correspondientes U según la misma ecuación, obtenemos (ecuación 3):

$$U_{tot} = \varepsilon\tau U_{obj} + (1 - \varepsilon)\tau U_{refl} + (1 - \tau) U_{atm}$$

Al resolver la ecuación 3 para obtener U_{obj}, obtenemos (ecuación 4):

$$U_{obj} = \frac{1}{\varepsilon\tau} U_{tot} - \frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon} U_{refl} - \frac{1 - \tau}{\varepsilon\tau} U_{atm}$$

Se trata de la fórmula de medición general utilizada en todos los equipos de termografía de FLIR Systems. Los voltajes de la fórmula son:

Tabla 30.1 Voltajes

U_{obj}	Voltaje de salida de la cámara calculado para un cuerpo negro de temperatura T_{obj}. Es decir, un voltaje que pueda convertirse directamente en la temperatura de objeto solicitada en realidad.
U_{tot}	Voltaje de salida de la cámara medido en el caso real.
U_{refl}	Voltaje de salida teórico de la cámara para un cuerpo negro de temperatura T_{refl} según la calibración.
U_{atm}	Voltaje de salida teórico de la cámara para un cuerpo negro de temperatura T_{atm} según la calibración.

El usuario debe proporcionar algunos valores de parámetros para los cálculos:

- la emitancia del objeto ε
- la humedad relativa
- T_{atm}
- la distancia al objeto (D_{obj})
- la temperatura (real) del entorno del objeto o bien la temperatura ambiente reflejada T_{refl}
- la temperatura atmosférica T_{atm}

Esta tarea puede suponer en ocasiones una pesada responsabilidad para el usuario, dado que normalmente no hay maneras fáciles de obtener valores fiables de emitancia del objeto o transmitancia atmosférica para cada caso. Las dos temperaturas suelen ser un problema menor, siempre y cuando en el entorno no se encuentre ninguna fuente de radiación grande e intensa.

Una pregunta natural es la siguiente: ¿qué importancia tiene exactamente conocer los valores reales de estos parámetros? Puede ser interesante obtener una idea de este problema observando diferentes casos de mediciones y comparando las magnitudes relativas de los tres términos de radiación. Esto puede ayudar a saber cuándo es importante utilizar los valores correctos de determinados parámetros.

Las siguientes figuras ilustran las magnitudes relativas de las tres contribuciones a la radiación de tres temperaturas de objetos diferentes, dos emitancias y dos intervalos espectrales: OC y OL. Los demás parámetros tienen los siguientes valores fijos:

- $\tau = 0{,}88$
- $T_{refl} = +20\ °C$
- $T_{atm} = +20\ °C$

Obviamente, la medición de temperaturas de objetos bajas es más crítica que la de temperaturas altas, dado que las fuentes de radiación que interfieren son mucho más fuertes en comparación en el primer caso. Si la emitancia del objeto también es baja, la situación es aún más difícil.

Por último, tenemos que contestar una pregunta acerca de la importancia de la posibilidad de usar la curva de calibración por encima del punto de calibración más alto. Este proceso se llama extrapolación. Imaginemos que en un caso concreto la medida U_{tot} = 4,5 voltios. El punto de calibración más alto de la cámara está próximo a los 4,1 voltios, un valor desconocido para el usuario. En ese caso, aunque el objeto sea un cuerpo negro, es decir $U_{obj} = U_{tot}$, estamos realizando una extrapolación de la curva de calibración al convertir los 4,5 voltios en temperatura.

Ahora supongamos que el objeto no es un cuerpo negro, sino que tiene una emitancia de 0,75 y una transmitancia de 0,92. También supondremos que los dos segundos términos de la ecuación 4 suman 0,5 voltios juntos. El cálculo de U_{obj} mediante la ecuación 4 da como resultado U_{obj} = 4,5 / 0,75 / 0,92 - 0,5 = 6,0. Esta extrapolación es bastante extrema, especialmente si tenemos en cuenta que el amplificador de vídeo limitará la salida a 5 voltios. Tenga en cuenta, no obstante, que la aplicación de la curva de calibración es un procedimiento teórico en el que no existe ninguna limitación electrónica ni de ningún otro tipo. Confiamos en que, si no ha habido señales de limitación en la cámara y no ha sido calibrada muy por encima de los 5 voltios, la curva resultante será muy similar a nuestra curva real extrapolada más allá de 4,1 voltios, siempre que el algoritmo de calibración esté basado en la física de las radiaciones, como el algoritmo de FLIR Systems. Por supuesto, debe haber un límite para tales extrapolaciones.

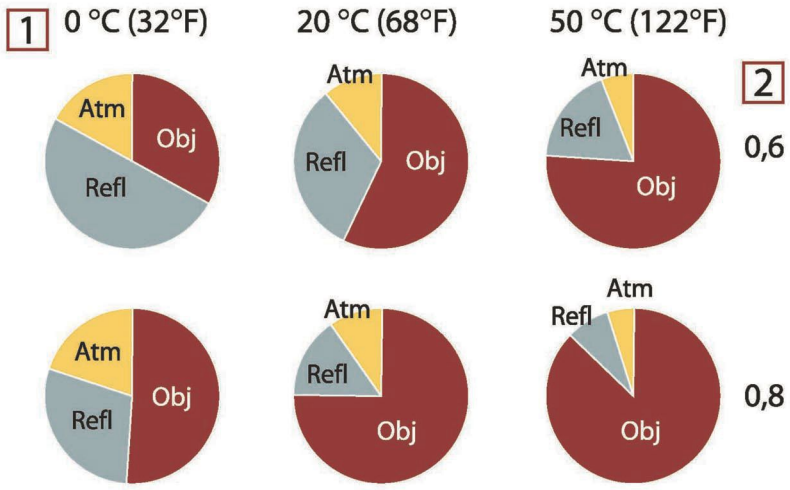


Figura 30.2 Magnitudes relativas de fuentes de radiación en diferentes condiciones de medición (cámara de OC). 1: Temperatura del objeto; 2: Emitancia; Obj: Radiación del objeto; Refl: Radiación reflejada; Atm: Radiación de la atmósfera. Parámetros fijos: τ = 0,88; T_{refl} = 20 °C; T_{atm} = 20 °C.

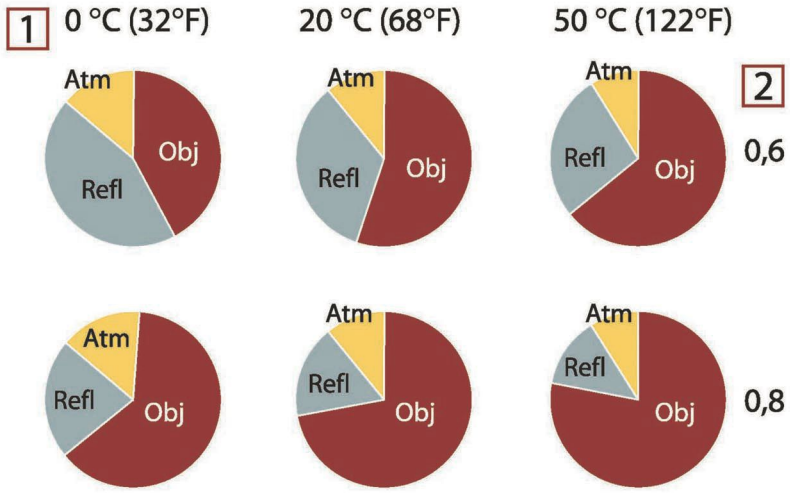


Figura 30.3 Magnitudes relativas de fuentes de radiación en diferentes condiciones de medición (cámara de OL). 1: Temperatura del objeto; 2: Emitancia; Obj: Radiación del objeto; Refl: Radiación reflejada; Atm: Radiación de la atmósfera. Parámetros fijos: τ = 0,88; T_{refl} = 20 °C; T_{atm} = 20 °C.

31 Tablas de emisividad

Esta sección incluye una serie de datos de emisividad basados en la bibliografía sobre infrarrojos y en las medidas realizadas por FLIR Systems.

31.1 Bibliografía

1. Mikaél A. Bramson: *Infrared Radiation, A Handbook for Applications*, Plenum press, Nueva York
2. William L. Wolfe, George J. Zissis: *The Infrared Handbook*, Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
3. Madding, R. P.: *Thermographic Instruments and systems*. Madison, Wisconsin: University of Wisconsin – Extension, Department of Engineering and Applied Science.
4. William L. Wolfe: *Handbook of Military Infrared Technology*, Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
5. Jones, Smith, Probert: *External thermography of buildings...,* Proc. of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, vol.110, Industrial and Civil Applications of Infrared Technology, Junio de 1977, Londres.
6. Paljak, Pettersson: *Thermography of Buildings*, Swedish Building Research Institute, Estocolmo, 1972.
7. Vlcek, J: *Determination of emissivity with imaging radiometers and some emissivities at λ = 5 µm.* Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.
8. Kern: *Evaluation of infrared emission of clouds and ground as measured by weather satellites*, Defence Documentation Center, AD 617 417.
9. Öhman, Claes: *Emittansmätningar med AGEMA E-Box*. Teknisk rapport, AGEMA 1999. (Emittance measurements using AGEMA E-Box. Technical report, AGEMA 1999.)
10. Matteï, S., Tang-Kwor, E: *Emissivity measurements for Nextel Velvet coating 811-21 between –36°C AND 82°C.*
11. Lohrengel & Todtenhaupt (1996)
12. ITC Technical publication 32.
13. ITC Technical publication 29.

NOTA

Los valores de emisividad de la siguiente tabla se han registrado mediante una cámara de onda corta (OC). Los valores sólo deben considerarse recomendaciones y deben emplearse con precaución.

31.2 Tablas

Tabla 31.1 T: Espectro total; OC: 2–5 µm; OL: 8–14 µm, OML: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Especificación; 3:Temperatura en °C; 4: Espectro; 5: Emisividad: 6:Referencia

1	2	3	4	5	6
3M 35	Cinta aislante de vinilo (varios colores)	< 80	OL	Aprox. 0,96	13
3M 88	Cinta aislante de vinilo negro	< 105	OL	Aprox. 0,96	13
3M 88	Cinta aislante de vinilo negro	< 105	MW	< 0,96	13
3M Super 33+	Cinta aislante de vinilo negro	< 80	OL	Aprox. 0,96	13
Aceite de lubricación	película de 0,025 mm	20	T	0,27	2
Aceite de lubricación	película de 0,050 mm	20	T	0,46	2
Aceite de lubricación	película de 0,125 mm	20	T	0,72	2
Aceite de lubricación	película sobre base de Ni: sólo base de Ni	20	T	0,05	2

Tabla 31.1 T: Espectro total; OC: 2–5 µm; OL: 8–14 µm, OML: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Especificación; 3:Temperatura en °C; 4: Espectro; 5: Emisividad: 6:Referencia (continuación)

1	2	3	4	5	6
Aceite de lubricación	recubrimiento grueso	20	T	0,82	2
Acero inoxidable	aleación: 8% Ni, 18% Cr	500	T	0,35	1
Acero inoxidable	enrollado	700	T	0,45	1
Acero inoxidable	hoja en bruto ligeramente arañada	70	OC	0,30	9
Acero inoxidable	hoja en bruto ligeramente arañada	70	OL	0,28	9
Acero inoxidable	hoja pulida	70	OC	0,18	9
Acero inoxidable	hoja pulida	70	OL	0,14	9
Acero inoxidable	limpiado con arena	700	T	0,70	1
Acero inoxidable	tipo 18 -8, pulido	20	T	0,16	2
Acero inoxidable	tipo 18-8: oxidado a 800 °C	60	T	0,85	2
Aglomerado	sin tratar	20	OC	0,90	6
Agua	cristales de hielo	-10	T	0,98	2
Agua	destilada	20	T	0,96	2
Agua	hielo, muy cubierto de escarcha	0	T	0,98	1
Agua	hielo, suave	-10	T	0,96	2
Agua	hielo, suave	0	T	0,97	1
Agua	nieve		T	0,8	1
Agua	nieve	-10	T	0,85	2
Agua	película de >0,1 mm de espesor	0-100	T	0,95-0,98	1
Alquitrán			T	0,79-0,84	1
Alquitrán	papel	20	T	0,91-0,93	1
Aluminio	anodizado, gris claro, mate	70	OC	0,61	9
Aluminio	anodizado, gris claro, mate	70	OL	0,97	9
Aluminio	anodizado, negro, sin brillo	70	OC	0,67	9
Aluminio	anodizado, negro, sin brillo	70	OL	0,95	9
Aluminio	bastante oxidado	50-500	T	0,2-0,3	1
Aluminio	con deposición al vacío	20	T	0,04	2
Aluminio	desbastado	27	10 µm	0,18	3
Aluminio	desbastado	27	3 µm	0,28	3
Aluminio	fundido y muy limpio	70	OC	0,47	9
Aluminio	fundido y muy limpio	70	OL	0,46	9

Tabla 31.1 T: Espectro total; OC: 2–5 µm; OL: 8–14 µm, OML: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Especificación; 3:Temperatura en °C; 4: Espectro; 5: Emisividad: 6:Referencia (continuación)

1	2	3	4	5	6
Aluminio	hoja (4 muestras con diferentes patrones de estriado)	70	OC	0,05-0,08	9
Aluminio	hoja (4 muestras con diferentes patrones de estriado)	70	OL	0,03-0,06	9
Aluminio	hoja anodizada	100	T	0,55	2
Aluminio	hoja pulida	100	T	0,05	2
Aluminio	hoja sin modificar	100	T	0,09	2
Aluminio	lámina	27	10 µm	0,04	3
Aluminio	lámina	27	3 µm	0,09	3
Aluminio	muy meteorizado	17	OC	0,83-0,94	5
Aluminio	plancha pulida	100	T	0,05	4
Aluminio	plancha sin modificar	100	T	0,09	4
Aluminio	plancha sumergida en HNO_3	100	T	0,05	4
Aluminio	pulida	50-100	T	0,04-0,06	1
Aluminio	superficie rugosa	20-50	T	0,06-0,07	1
Amianto	baldosa	35	OC	0,94	7
Amianto	papel	40-400	T	0,93-0,95	1
Amianto	pizarra	20	T	0,96	1
Amianto	placa	20	T	0,96	1
Amianto	polvo		T	0,40-0,60	1
Amianto	tela		T	0,78	1
Arcilla	cocida	70	T	0,91	1
Arena			T	0,60	1
Arena		20	T	0,90	2
Arenisca	pulida	19	OML	0,909	8
Arenisca	rugosa	19	OML	0,935	8
Barniz	liso	20	OC	0,93	6
Barniz	sobre suelo de parquet de roble	70	OC	0,90	9
Barniz	sobre suelo de parquet de roble	70	OL	0,90-0,93	9
Barro			T	0,3-0,4	1
Bronce	bronce fosforoso	70	OC	0,08	9
Bronce	bronce fosforoso	70	OL	0,06	9
Bronce	polvo		T	0,76-0,80	1
Bronce	poroso, rugoso	50-150	T	0,55	1
Bronce	pulida	50	T	0,1	1
Bronce al aluminio		20	T	0,60	1
Carbón	grafito, superficie limada	20	T	0,98	2

Tabla 31.1 T: Espectro total; OC: 2–5 µm; OL: 8–14 µm, OML: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Especificación; 3:Temperatura en °C; 4: Espectro; 5: Emisividad: 6:Referencia (continuación)

1	2	3	4	5	6
Carbón	hollín	20	T	0,95	2
Carbón	negro de humo	20-400	T	0,95-0,97	1
Carbón	polvo de carbón vegetal		T	0,96	1
Carbón	polvo de grafito		T	0,97	1
Cemento		20	T	0,92	2
Cemento	paso de tránsito	5	OML	0,974	8
Cemento	rugosa	17	OC	0,97	5
Cemento	seco	36	OC	0,95	7
Cinc	hoja	50	T	0,20	1
Cinc	oxidado a 400°C	400	T	0,11	1
Cinc	pulida	200-300	T	0,04-0,05	1
Cinc	superficie oxidada	1.000–1.200	T	0,50-0,60	1
Cobre	comercial, bruñido	20	T	0,07	1
Cobre	decapado	27	T	0,07	4
Cobre	electrolítico, cuidadosamente pulido	80	T	0,018	1
Cobre	electrolítico, pulido	-34	T	0,006	4
Cobre	fundido	1.100–1.300	T	0,13-0,15	1
Cobre	muy oxidado	20	T	0,78	2
Cobre	oxidado	50	T	0,6-0,7	1
Cobre	oxidado hasta el negro		T	0,88	1
Cobre	oxidado, negro	27	T	0,78	4
Cobre	pulida	50-100	T	0,02	1
Cobre	pulida	100	T	0,03	2
Cobre	pulido mecánicamente	22	T	0,015	4
Cobre	pulido, comercial	27	T	0,03	4
Cobre	puro, superficie cuidadosamente preparada	22	T	0,008	4
Cromo	pulida	50	T	0,10	1
Cromo	pulida	500-1000	T	0,28-0,38	1
Cuero	curtido		T	0,75-0,80	1
Dióxido de cobre	polvo		T	0,84	1
Ebonita			T	0,89	1
Escayola		17	OC	0,86	5
Escayola	placa para tabicar, sin tratar	20	OC	0,90	6
Escayola	recubrimiento grueso	20	T	0,91	2
Escorias	caldera	0-100	T	0,97-0,93	1

Tabla 31.1 T: Espectro total; OC: 2–5 µm; OL: 8–14 µm, OML: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Especificación; 3:Temperatura en °C; 4: Espectro; 5: Emisividad: 6:Referencia (continuación)

1	2	3	4	5	6
Escorias	caldera	1400-1800	T	0,69-0,67	1
Escorias	caldera	200-500	T	0,89-0,78	1
Escorias	caldera	600-1200	T	0,76-0,70	1
Esmalte		20	T	0,9	1
Esmalte	laca	20	T	0,85-0,95	1
Esmeril	en bruto	80	T	0,85	1
Espuma de estireno	aislamiento	37	OC	0,60	7
Estaño	bruñido	20-50	T	0,04-0,06	1
Estaño	hoja de hierro estañado	100	T	0,07	2
Estuco	rugoso, barro	10-90	T	0,91	1
Goma	dura	20	T	0,95	1
Goma	suave, gris, rugosa	20	T	0,95	1
Granito	pulida	20	OML	0,849	8
Granito	rugosa	21	OML	0,879	8
Granito	rugoso, 4 muestras distintas	70	OC	0,95-0,97	9
Granito	rugoso, 4 muestras distintas	70	OL	0,77-0,87	9
Hidróxido de aluminio	polvo		T	0,28	1
Hielo: véase Agua					
Hierro fundido	en bruto	900–1.100	T	0,87-0,95	1
Hierro fundido	fundido	50	T	0,81	1
Hierro fundido	lingotes	1000	T	0,95	1
Hierro fundido	líquido	1.300	T	0,28	1
Hierro fundido	mecanizado	800–1.000	T	0,60-0,70	1
Hierro fundido	oxidado	100	T	0,64	2
Hierro fundido	oxidado	260	T	0,66	4
Hierro fundido	oxidado	38	T	0,63	4
Hierro fundido	oxidado	538	T	0,76	4
Hierro fundido	oxidado a 600°C	200-600	T	0,64-0,78	1
Hierro fundido	pulida	200	T	0,21	1
Hierro fundido	pulida	38	T	0,21	4
Hierro fundido	pulida	40	T	0,21	2
Hierro galvanizado	hoja	92	T	0,07	4
Hierro galvanizado	hoja bruñida	30	T	0,23	1
Hierro galvanizado	hoja oxidada	20	T	0,28	1
Hierro galvanizado	muy oxidado	70	OC	0,64	9

Tabla 31.1 T: Espectro total; OC: 2–5 µm; OL: 8–14 µm, OML: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Especificación; 3:Temperatura en °C; 4: Espectro; 5: Emisividad: 6:Referencia (continuación)

1	2	3	4	5	6
Hierro galvanizado	muy oxidado	70	OL	0,85	9
Hierro y acero	brillante, atacado al ácido	150	T	0,16	1
Hierro y acero	con herrumbre roja	20	T	0,69	1
Hierro y acero	con mucha herrumbre	17	OC	0,96	5
Hierro y acero	cubierto con herrumbre roja	20	T	0,61-0,85	1
Hierro y acero	electrolítico	100	T	0,05	4
Hierro y acero	electrolítico	22	T	0,05	4
Hierro y acero	electrolítico	260	T	0,07	4
Hierro y acero	electrolítico, cuidadosamente pulido	175-225	T	0,05-0,06	1
Hierro y acero	enrollado en caliente	130	T	0,60	1
Hierro y acero	enrollado en caliente	20	T	0,77	1
Hierro y acero	enrollado en frío	70	OC	0,20	9
Hierro y acero	enrollado en frío	70	OL	0,09	9
Hierro y acero	enrollado recientemente	20	T	0,24	1
Hierro y acero	forjado, bien pulido	40-250	T	0,28	1
Hierro y acero	fuertemente oxidado	50	T	0,88	1
Hierro y acero	fuertemente oxidado	500	T	0,98	1
Hierro y acero	hoja con capa de óxido brillante	20	T	0,82	1
Hierro y acero	hoja con herrumbre roja	20	T	0,69	2
Hierro y acero	hoja con herrumbre roja	22	T	0,69	4
Hierro y acero	hoja enrollada	50	T	0,56	1
Hierro y acero	hoja para conexión a masa	950–1.100	T	0,55-0,61	1
Hierro y acero	hoja pulida	750–1.050	T	0,52-0,56	1
Hierro y acero	oxidado	100	T	0,74	4
Hierro y acero	oxidado	100	T	0,74	1
Hierro y acero	oxidado	1227	T	0,89	4
Hierro y acero	oxidado	125-525	T	0,78-0,82	1
Hierro y acero	oxidado	200	T	0,79	2
Hierro y acero	oxidado	200-600	T	0,80	1
Hierro y acero	pulida	100	T	0,07	2
Hierro y acero	pulida	400-1000	T	0,14-0,38	1

Tabla 31.1 T: Espectro total; OC: 2–5 µm; OL: 8–14 µm, OML: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Especificación; 3:Temperatura en °C; 4: Espectro; 5: Emisividad: 6:Referencia (continuación)

1	2	3	4	5	6
Hierro y acero	rugoso, superficie plana	50	T	0,95-0,98	1
Hierro y acero	tratado recientemente con esmeril	20	T	0,24	1
Hojalata	hoja	24	T	0,064	4
Krylon Ultra-flat black 1602	Negro mate	Temperatura ambiente hasta 175	OL	Aprox. 0,96	12
Krylon Ultra-flat black 1602	Negro mate	Temperatura ambiente hasta 175	MW	Aprox. 0,97	12
Laca	3 colores pulverizados sobre aluminio	70	OC	0,50-0,53	9
Laca	3 colores pulverizados sobre aluminio	70	OL	0,92-0,94	9
Laca	aluminio sobre superficie rugosa	20	T	0,4	1
Laca	baquelita	80	T	0,83	1
Laca	blanco	100	T	0,92	2
Laca	blanco	40-100	T	0,8-0,95	1
Laca	negra, brillante, pulverizada sobre hierro	20	T	0,87	1
Laca	negra, mate	100	T	0,97	2
Laca	negro, sin brillo	40-100	T	0,96-0,98	1
Laca	termorresistente	100	T	0,92	1
Ladrillo	alúmina	17	OC	0,68	5
Ladrillo	arcilla refractaria	1000	T	0,75	1
Ladrillo	arcilla refractaria	1200	T	0,59	1
Ladrillo	arcilla refractaria	20	T	0,85	1
Ladrillo	común	17	OC	0,86-0,81	5
Ladrillo	Gres muy silicioso, con brillo, rugoso	1100	T	0,85	1
Ladrillo	Gres muy silicioso, refractario	1000	T	0,66	1
Ladrillo	Gres muy silicioso, sin brillo, rugoso	1000	T	0,80	1
Ladrillo	hidrófugo	17	OC	0,87	5
Ladrillo	ladrillo refractario	17	OC	0,68	5
Ladrillo	mampostería	35	OC	0,94	7
Ladrillo	mampostería emplastada	20	T	0,94	1
Ladrillo	refractario, corindón	1000	T	0,46	1
Ladrillo	refractario, fuertemente radiante	500–1.000	T	0,8-0,9	1
Ladrillo	refractario, magnesita	1.000–1.300	T	0,38	1

Tabla 31.1 T: Espectro total; OC: 2–5 µm; OL: 8–14 µm, OML: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Especificación; 3:Temperatura en °C; 4: Espectro; 5: Emisividad: 6:Referencia (continuación)

1	2	3	4	5	6
Ladrillo	refractario, poco radiante	500–1.000	T	0,65-0,75	1
Ladrillo	rojo, común	20	T	0,93	2
Ladrillo	rojo, rugoso	20	T	0,88-0,93	1
Ladrillo	silimanita: 33% SiO_2, 64% Al_2O_3	1.500	T	0,29	1
Ladrillo	sílice, 95% SiO_2	1230	T	0,66	1
Latón	bastante pulido	100	T	0,03	2
Latón	frotado con esmeril de grano 80	20	T	0,20	2
Latón	hoja enrollada	20	T	0,06	1
Latón	hoja tratada con esmeril	20	T	0,2	1
Latón	oxidado	100	T	0,61	2
Latón	oxidado	70	OC	0,04-0,09	9
Latón	oxidado	70	OL	0,03-0,07	9
Latón	oxidado a 600°C	200-600	T	0,59-0,61	1
Latón	pulida	200	T	0,03	1
Latón	sin brillo, decolorado	20-350	T	0,22	1
Madera		17	OC	0,98	5
Madera		19	OML	0,962	8
Madera	blanca, húmeda	20	T	0,7-0,8	1
Madera	contrachapado, sin tratar	20	OC	0,83	6
Madera	contrachapado, suave, seco	36	OC	0,82	7
Madera	pino, 4 muestras distintas	70	OC	0,67-0,75	9
Madera	pino, 4 muestras distintas	70	OL	0,81-0,89	9
Madera	planchas	20	T	0,8-0,9	1
Madera	roble en planchas	20	T	0,90	2
Madera	roble en planchas	70	OC	0,77	9
Madera	roble en planchas	70	OL	0,88	9
Madera	suelo		T	0,5-0,7	1
Magnesio		22	T	0,07	4
Magnesio		260	T	0,13	4
Magnesio		538	T	0,18	4
Magnesio	pulida	20	T	0,07	2
Molibdeno		1.500–2.200	T	0,19-0,26	1
Molibdeno		600–1.000	T	0,08-0,13	1
Molibdeno	filamento	700–2.500	T	0,1-0,3	1
Mortero		17	OC	0,87	5
Mortero	seco	36	OC	0,94	7
Nextel Velvet 811-21 Black	Negro mate	-60-150	OL	> 0,97	10 y 11

Tabla 31.1 T: Espectro total; OC: 2–5 µm; OL: 8–14 µm, OML: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Especificación; 3:Temperatura en °C; 4: Espectro; 5: Emisividad: 6:Referencia (continuación)

1	2	3	4	5	6
Nicromio	alambre limpio	50	T	0,65	1
Nicromio	alambre limpio	500–1.000	T	0,71-0,79	1
Nicromio	alambre oxidado	50-500	T	0,95-0,98	1
Nicromio	enrollado	700	T	0,25	1
Nicromio	limpiado con arena	700	T	0,70	1
Nieve: véase Agua					
Níquel	alambre	200-1000	T	0,1-0,2	1
Níquel	comercialmente puro, pulido	100	T	0,045	1
Níquel	comercialmente puro, pulido	200-400	T	0,07-0,09	1
Níquel	electrochapado en hierro, pulido	22	T	0,045	4
Níquel	electrochapado en hierro, sin pulir	20	T	0,11-0,40	1
Níquel	electrochapado en hierro, sin pulir	22	T	0,11	4
Níquel	electrochapado, pulido	20	T	0,05	2
Níquel	electrolítico	22	T	0,04	4
Níquel	electrolítico	260	T	0,07	4
Níquel	electrolítico	38	T	0,06	4
Níquel	electrolítico	538	T	0,10	4
Níquel	mate decapado	122	T	0,041	4
Níquel	oxidado	1227	T	0,85	4
Níquel	oxidado	200	T	0,37	2
Níquel	oxidado	227	T	0,37	4
Níquel	oxidado a 600°C	200-600	T	0,37-0,48	1
Níquel	pulida	122	T	0,045	4
Oro	bastante pulido	100	T	0,02	2
Oro	pulida	130	T	0,018	1
Oro	pulido, con cuidado	200-600	T	0,02-0,03	1
Papel	4 colores diferentes	70	OC	0,68-0,74	9
Papel	4 colores diferentes	70	OL	0,92-0,94	9
Papel	aglomerante blanco	20	T	0,93	2
Papel	amarillo		T	0,72	1
Papel	azul oscuro		T	0,84	1
Papel	blanco	20	T	0,7-0,9	1
Papel	blanco, 3 brillos diferentes	70	OC	0,76-0,78	9
Papel	blanco, 3 brillos diferentes	70	OL	0,88-0,90	9

Tabla 31.1 T: Espectro total; OC: 2–5 µm; OL: 8–14 µm, OML: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Especificación; 3:Temperatura en °C; 4: Espectro; 5: Emisividad: 6:Referencia (continuación)

1	2	3	4	5	6
Papel	negro		T	0,90	1
Papel	negro, sin brillo		T	0,94	1
Papel	negro, sin brillo	70	OC	0,86	9
Papel	negro, sin brillo	70	OL	0,89	9
Papel	recubierto de laca negra		T	0,93	1
Papel	rojo		T	0,76	1
Papel	verde		T	0,85	1
Papel pintado	dibujo suave, gris claro	20	OC	0,85	6
Papel pintado	dibujo suave, rojo	20	OC	0,90	6
Pavimento de asfalto		4	OML	0,967	8
Piel	humana	32	T	0,98	2
Pintura	8 colores y calidades diferentes	70	OC	0,88-0,96	9
Pintura	8 colores y calidades diferentes	70	OL	0,92-0,94	9
Pintura	al óleo, promedio de 16 colores	100	T	0,94	2
Pintura	aluminio, distintas antigüedades	50-100	T	0,27-0,67	1
Pintura	amarillo cadmio		T	0,28-0,33	1
Pintura	azul cobalto		T	0,7-0,8	1
Pintura	plástica, blanca	20	OC	0,84	6
Pintura	plástica, negra	20	OC	0,95	6
Pintura	verde cromo		T	0,65-0,70	1
Pintura	óleo	17	OC	0,87	5
Pintura	óleo, gris	20	OC	0,97	6
Pintura	óleo, gris brillante	20	OC	0,96	6
Pintura	óleo, negra	20	OC	0,94	6
Pintura	óleo, negra brillante	20	OC	0,92	6
Pintura	óleo, varios colores	100	T	0,92-0,96	1
Placa de fibra	conglomerado	70	OC	0,75	9
Placa de fibra	conglomerado	70	OL	0,88	9
Placa de fibra	dura, sin tratar	20	OC	0,85	6
Placa de fibra	porosa, sin tratar	20	OC	0,85	6
Placa de fibra	tablero prensado	70	OC	0,77	9
Placa de fibra	tablero prensado	70	OL	0,89	9
Plata	pulida	100	T	0,03	2
Plata	puro, pulido	200-600	T	0,02-0,03	1
Platino		1.000–1.500	T	0,14-0,18	1
Platino		100	T	0,05	4
Platino		1094	T	0,18	4

Tabla 31.1 T: Espectro total; OC: 2–5 µm; OL: 8–14 µm, OML: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Especificación; 3:Temperatura en °C; 4: Espectro; 5: Emisividad: 6:Referencia (continuación)

1	2	3	4	5	6
Platino		17	T	0,016	4
Platino		22	T	0,03	4
Platino		260	T	0,06	4
Platino		538	T	0,10	4
Platino	alambre	1.400	T	0,18	1
Platino	alambre	50-200	T	0,06-0,07	1
Platino	alambre	500-1000	T	0,10-0,16	1
Platino	cinta	900–1.100	T	0,12-0,17	1
Platino	puro, pulido	200-600	T	0,05-0,10	1
Plomo	brillante	250	T	0,08	1
Plomo	oxidado a 200°C	200	T	0,63	1
Plomo	oxidado, gris	20	T	0,28	1
Plomo	oxidado, gris	22	T	0,28	4
Plomo	sin oxidar, pulido	100	T	0,05	4
Plomo rojo		100	T	0,93	4
Plástico	lámina de fibra de vidrio (placa de circuitos impresos)	70	OC	0,94	9
Plástico	lámina de fibra de vidrio (placa de circuitos impresos)	70	OL	0,91	9
Plástico	placa de aisla-miento de poliuretano	70	OL	0,55	9
Plástico	placa de aisla-miento de poliuretano	70	OC	0,29	9
Plástico	PVC, suelo de plástico, sin brillo, estructurado	70	OC	0,94	9
Plástico	PVC, suelo de plástico, sin brillo, estructurado	70	OL	0,93	9
Polvo de magnesio			T	0,86	1
Polvo de plomo rojo		100	T	0,93	1
Porcelana	blanca, brillante		T	0,70-0,75	1
Porcelana	vidriada	20	T	0,92	1
Teja	vidriada	17	OC	0,94	5
Tela	negro	20	T	0,98	1
Tierra	saturada con agua	20	T	0,95	2
Tierra	seco	20	T	0,92	2
Titanio	oxidado a 540°C	1000	T	0,60	1
Titanio	oxidado a 540°C	200	T	0,40	1
Titanio	oxidado a 540°C	500	T	0,50	1

Tabla 31.1 T: Espectro total; OC: 2–5 µm; OL: 8–14 µm, OML: 6.5–20 µm; 1: Material; 2: Especificación; 3:Temperatura en °C; 4: Espectro; 5: Emisividad: 6:Referencia (continuación)

1	2	3	4	5	6
Titanio	pulida	1000	T	0,36	1
Titanio	pulida	200	T	0,15	1
Titanio	pulida	500	T	0,20	1
Tungsteno		1.500–2.200	T	0,24-0,31	1
Tungsteno		200	T	0,05	1
Tungsteno		600–1.000	T	0,1-0,16	1
Tungsteno	filamento	3300	T	0,39	1
Yeso		20	T	0,8-0,9	1
Óxido de aluminio	polvo activado		T	0,46	1
Óxido de aluminio	polvo puro (alúmina)		T	0,16	1
Óxido de cobre	rojo, polvo		T	0,70	1
Óxido de níquel		1000-1250	T	0,75-0,86	1
Óxido de níquel		500-650	T	0,52-0,59	1

A note on the technical production of this publication

This publication was produced using XML — the eXtensible Markup Language. For more information about XML, please visit http://www.w3.org/XML/

A note on the typeface used in this publication

This publication was typeset using Linotype Helvetica™ World. Helvetica™ was designed by Max Miedinger (1910–1980)

LOEF (List Of Effective Files)

T501038.xml; es-ES; AD; 9770; 2013-11-13
T505552.xml; es-ES; 9599; 2013-11-05
T505699.xml; es-ES; 8317; 2013-07-03
T505469.xml; es-ES; 8097; 2013-06-11
T505013.xml; es-ES; 9229; 2013-10-03
T505717.xml; es-ES; 8491; 2013-07-23
T505701.xml; es-ES; 8318; 2013-07-04
T505717.xml; es-ES; 8318; 2013-07-04
T505703.xml; es-ES; 8318; 2013-07-04
T505704.xml; es-ES; 8318; 2013-07-04
T505705.xml; es-ES; 8320; 2013-07-04
T505706.xml; es-ES; 8320; 2013-07-04
T505707.xml; es-ES; 9490; 2013-10-24
T505708.xml; es-ES; 8320; 2013-07-04
T505709.xml; es-ES; 8575; 2013-07-29
T505710.xml; es-ES; 8320; 2013-07-04
T505711.xml; es-ES; 8318; 2013-07-04
T505713.xml; es-ES; 8320; 2013-07-04
T505715.xml; es-ES; 8320; 2013-07-04
T505716.xml; es-ES; 8320; 2013-07-04
T505097.xml; es-ES; 5929; 2012-10-29
T505470.xml; es-ES; 5935; 2012-10-29
T505012.xml; es-ES; 8134; 2013-06-12
T505007.xml; es-ES; 9229; 2013-10-03
T505004.xml; es-ES; 5937; 2012-10-29
T505000.xml; es-ES; 9354; 2013-10-15
T505005.xml; es-ES; 5939; 2012-10-29
T505001.xml; es-ES; 9354; 2013-10-15
T505006.xml; es-ES; 9354; 2013-10-15
T505002.xml; es-ES; 9354; 2013-10-15

Corporate Headquarters
FLIR Systems, Inc.
27700 SW Parkway Ave.
Wilsonville, OR 97070
USA
Telephone: +1-503-498-3547

Website
http://www.flir.com

Customer support
http://support.flir.com

Publ. No.: T559845
Release: AD
Commit: 9770
Head: 9770
Language: es-ES
Modified: 2013-11-13
Formatted: 2013-12-17

T559845